



FINAL PROJECT REPORT - RA.141581

## RUMAH SEL VORONOI

GANIS RYANDI  
3211100023

SUPERVISOR:  
Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D.

UNDERGRADUATE PROGRAM  
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2015



LEMBAR PENGESAHAN

RUMAH SEL VORONOI



Disusun oleh :

GANIS RYANDI  
NRP : 3211100023

Telah dipertahankan dan diterima  
oleh Tim penguji Tugas Akhir RA.141581  
Jurusan Arsitektur FTSP-ITS pada tanggal 30 Juli 2015  
Nilai : A

Mengetahui

Pembimbing

Ir. IGN. Antaryama, Ph.D.  
NIP. 196804251992101001

Koordinator Tugas Akhir

Ir. IGN. Antaryama, Ph.D.  
NIP. 196804251992101001

Ketua Jurusan Arsitektur FTSP ITS



Ir. Purwanita Setijanti, MSc Ph.D.  
NIP. 195904271985032001

## **ABSTRAK**

### **RUMAH SEL VORONOI**

Oleh

**Ganis Ryandi**

**NRP : 3211100023**

Gravitasi menjadi hal penyebab utama cara bergerak manusia, hal ini juga mempengaruhi pemrograman spasial ruang, tata cara mendesain ruang hidup manusia. pola pembagian spasial ruang saat ini sebenarnya adalah pola program ruang yang disusun secara horizontal atau kumpulan susunan program ruang horizontal yang disusun secara vertikal. Manusia hanya mengalami pengalaman ruang secara horizontal. karena paradigma merancang bahwa manusia bergerak secara horizontal, dan juga pengaruh dari gravitasi. ruang tidak hanya terbentuk secara 2 dimensi dan horizontal, cara merancang bukan hanya terbentuk dari denah yang kemudian diangkat keatas dan diberi sekat dan atap, karena cara merancang pembagian ruang inilah muncullah tipologi bangunan yang sama maupun seragam yang dikembangkan secara massal hingga saat ini, kota bertumbuh vertikal secara *layering* dengan menyamakan kebutuhan masing masing individu karena para pengembang lahan memaksakan kehendaknya demi mendapatkan profit dalam berbisnis. Bisnis adalah produk massal seperti produksi mobil. Sementara arsitektur sangat personal, spesifik, terkait dengan tapak, lingkungan dan orangnya.

Melalui penyusunan ruang yang menekankan pengalaman ruang anti-gravitasi 3 dimensional dengan optimalisasi ruang melalui pendekatan matematis dalam menciptakan ruang agar tercipta ruang atau volume huni yang layak untuk dihuni manusia

Sebuah habitat baru manusia yang tidak memaksakan kebutuhan akan ruang bagi tiap individu, bukanlah sebuah gubahan bentuk yang memaksa menjadi penentu masa depan, namun sebagai jalur untuk tumbuh ke arah masa depan. Rumah Sel Voronoi merupakan sebuah eksperimen tentang ruang dan cara berarsitektur, cara lain untuk hidup berkelanjutan. Sebuah garis haluan atau alur pertumbuhan dinamika keinginan manusia yang tidak bisa disamakan dan arahan rancangan dalam skala seluruh gedung

**Kata Kunci : Voronoi, Diagram, Sel, Habitat**

## **ABSTRACT**

### **RUMAH SEL VORONOI**

Oleh

**Ganis Ryandi**

**NRP : 3211100023**

Gravity becomes the main reason how human moves. that one also influenced spatial programming, in terms of designing human living-space. Right now, spatial patterns is usually pursued in horizontal line, or a pack of horizontal space that tuck in together vertically. human only experience space in horizontal view because of that design paradigm, that human moved horizontally, and influenced by gravitation.

Space is not built only two dimensions and horizontally, the design approach not only created from the form of plan that will be extrude later, with division and roof, this type of space-division creating an impact of typical building typology that expanded in a massive amounts. the city later grow vertically in layers with assuming that every individual needs are just the same. the building developers might just believe it to increased the profit numbers in business. Business is a mass product, like cars! but architecture is personal, specific, react with site, nature, and people. In the space planning that underline the anti-gravitation experience in 3 dimensional with space optimalization. with mathematical approach, creating space or volume that match with human needs. the idea is a space program from cell house voronoi is a voronoi cell as a block or unit that configured by voronoi diagram, cell planning optimalization in vertical terms, maximizing as many as possible living-units in a tower, with human movement standardized.

A new habitat for human that won't push any needs for any humankind, not only a selfish forms of future kind of living, but only a way to grow better in the future. cell house voronoi is a space experiments, how to architecture, and another way of life. A dynamic human needs pathway that can not be generalized in a building.



## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur dipanjatkan ke Hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat limpahan Rahmat dan Karunia-Nya proses penulisan proposal tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Dalam proposal ini saya membahas mengenai rumah sel voronoi.

Tugas akhir ini dibuat dengan berbagai penelitian dan bantuan beberapa pihak untuk membantu menyelesaikan tantangan dan hambatan selama mengerjakan proposal ini. Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai opsi dalam penerapan desain ramah lingkungan di untuk jenis bangunan ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan tugas akhir ini.

Saya menyadari masih banyak kekurangan yang mendasar dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu saya mengundang pembaca untuk memberikan saran serta kritik yang dapat menjadi pertimbangan dalam pengembangan tugas akhir ini ini dimasa mendatang. Kritik konstruktif dari anda sangat saya harapkan untuk penyempurnaan Tugas Akhir saya.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Surabaya, 23 Juni 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERNYATAAN

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| ABSTRAK .....         | i   |
| DAFTAR ISI .....      | ii  |
| DAFTAR GAMBAR .....   | iii |
| DAFTAR TABEL .....    | iv  |
| DAFTAR LAMPIRAN ..... | v   |

### I Pendahuluan

|  |   |
|--|---|
| I.1 Latar Belakang .....                   | 1 |
| I.2 Isu dan Konteks Desain .....           | 2 |
| I.3 Permasalahan dan Kriteria Desain ..... | 3 |

### II Program Desain

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| II.1 Tapak dan Lingkungan ..... | 5 |
| II.2 Pemrograman Ruang .....    | 8 |

### III Pendekatan dan Metoda Desain

|   |    |
|---|----|
| III.1 Pendekatan Matematis Desain ..... | 10 |
| III.2 Metoda Desain .....               | 11 |
| III.3 Konsep Desain .....               | 12 |

### IV Eksplorasi Desain

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| IV.1 Eksplorasi Desain Makro ..... | 13 |
| IV.2 Eksplorasi Desain Mikro ..... | 19 |
| IV.4 Hasil Desain .....            | 25 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA ..... | 31 |
|----------------------|----|

LAMPIRAN



## DAFTAR TABEL

**Tabel 2.1** Tabel garis sempadan bangunan \_\_\_\_\_ 5

**Tabel 2.2** Jenis dan ukuran ruang dalam volume \_\_\_\_\_ 9

## DAFTAR GAMBAR

|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
| <b>Gambar 1.1</b>  | Ilustrasi isu dan konteks perancangan _____                      | 1  |
| <b>Gambar 1.2</b>  | Ilustrasi isu dan konteks perancangan _____                      | 2  |
| <b>Gambar 1.3</b>  | Ilustrasi kriteria pertama Sumber: dokumen pribadi _____         | 4  |
| <b>Gambar 1.4</b>  | Ilustrasi kriteria kedua. Sumber: dokumen pribadi _____          | 4  |
| <b>Gambar 1.5</b>  | Ilustrasi kriteria ketiga Sumber: dokumen pribadi _____          | 4  |
| <b>Gambar 2.1</b>  | Lokasi Tapak Sumber: google earth _____                          | 5  |
| <b>Gambar 2.2</b>  | Studi ruang gerak manusia _____                                  | 8  |
| <b>Gambar 2.3</b>  | Skema hubungan fleksibilitas ruang dalam volume _____            | 8  |
| <b>Gambar 2.4</b>  | Ruang gerak manusia pada bidang volume sempit _____              | 9  |
| <b>Gambar 2.5</b>  | Perhitungan parameter program dalam aplikasi gh _____            | 9  |
| <b>Gambar 3.1</b>  | Triangulasi voronoi _____  | 10 |
| <b>Gambar 3.2</b>  | Pembagian ruang secara 2D dalam diagram voronoi _____            | 10 |
| <b>Gambar 3.3</b>  | Pembagian ruang secara 3D dalam diagram voronoi _____            | 10 |
| <b>Gambar 3.4</b>  | Logika script pada grasshopper _____                             | 11 |
| <b>Gambar 3.5</b>  | Logika script pada grasshopper _____                             | 12 |
| <b>Gambar 3.6</b>  | Proses <i>morphing</i> voronoi 3dimensional _____                | 12 |
| <b>Gambar 4.0</b>  | Proses <i>morphing</i> sel voronoi struktural _____              | 13 |
| <b>Gambar 4.1</b>  | Terjemahan logika script _____                                   | 13 |
| <b>Gambar 4.2</b>  | Transformasi pembentukan tower _____                             | 14 |
| <b>Gambar 4.3</b>  | <i>Script logic</i> pada grasshopper _____                       | 14 |
| <b>Gambar 4.4</b>  | <i>Plumbing</i> pada tower _____                                 | 15 |
| <b>Gambar 4.5</b>  | Sistem elevator dan distribusi vertikal pada core _____          | 15 |
| <b>Gambar 4.6</b>  | Sistem struktur <i>voronoi skeletal mesh</i> _____               | 16 |
| <b>Gambar 4.7</b>  | Sistem struktur podium _____                                     | 16 |
| <b>Gambar 4.8</b>  | Sistem hubungan antar lantai dan struktur _____                  | 17 |
| <b>Gambar 4.9</b>  | Hasil desain. Konfigurasi struktur dan keterangan material _____ | 18 |
| <b>Gambar 4.10</b> | Pola hubungan ruang sel dengan konfigurasi vertikal _____        | 18 |
| <b>Gambar 4.11</b> | Pola hubungan ruang sel dengan konfigurasi vertikal _____        | 18 |
| <b>Gambar 4.12</b> | Prototipe Sel 1 _____  | 19 |
| <b>Gambar 4.13</b> | Suasana Ruang 3 dimensional pada prototipe 1 _____               | 20 |
| <b>Gambar 4.14</b> | Rumah sel voronoi (prototipe 1) _____                            | 21 |

|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
| <b>Gambar 4.15</b> | Denah dan potongan rumah sel voronoi         | 21 |
| <b>Gambar 4.16</b> | Prototipe sel 2                              | 22 |
| <b>Gambar 4.17</b> | Suasana Ruang 3 dimensional pada prototipe 2 | 23 |
| <b>Gambar 4.18</b> | Rumah sel voronoi (prototipe 2)              | 24 |
| <b>Gambar 4.19</b> | Denah dan potongan rumah sel voronoi         | 24 |
| <b>Gambar 4.20</b> | Siteplan                                     | 25 |
| <b>Gambar 4.21</b> | Layoutplan                                   | 26 |
| <b>Gambar 4.22</b> | Tampak bangunan                              | 27 |
| <b>Gambar 4.23</b> | Perspektif                                   | 28 |

# BAB I

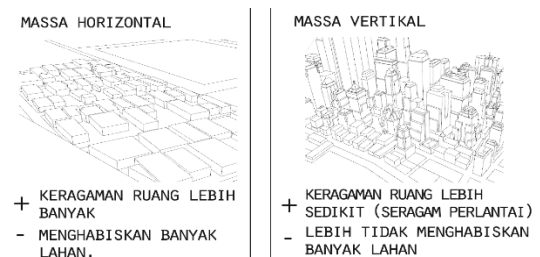
## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Pada era perkembangan manusia saat ini para pengembang perumahan maupun apartemen sama sekali tidak memanusiakan manusia didalam habitatnya, ego untuk mendapatkan profit dan mengesampingkan sisi manusiawi dalam berhuni, kota dibentuk oleh arsitek juga pengembang tidak melalui kaidah arsitektur. penyeragaman kebutuhan ruang seperti perumahan yang ada saat ini maupun juga pada apartemen, secara tidak langsung pengembang memaksakan manusia untuk hidup didalam aturannya, padahal manusia memiliki keanekaragaman kebutuhan dalam berhuni, dampaknya kualitas hidup manusia yang terpaksa tinggal didalamnya akan menurun, manusia yang “memberontak” akan tumbuh dan tinggal secara semrawut, dampak yang paling buruk yakni seperti misalnya permukiman liar maupun apartemen yang minim sekali interaksi antar manusia penghuni didalamnya. “mendesain merupakan sebuah proses sirkular, setelah tergambar ide tersebut, diuji coba, dipikirkan kembali, dan selanjutnya diperbaiki, dikerjakan

kembali, sehingga kembali lagi kepada proses awal pada titik awalan, dan begitu seterusnya.” (Piano, 1997)

Seharusnya perancang bukanlah sebuah penentu masa depan manusia, jelas bahwa didalam merancang untuk manusia kita harus melihat aspek aspek penting yang dibutuhkan manusia seperti gaya hidup, pekerjaan, psikologis, selera, dsb; disini muncullah perbedaan aspek tersebut dari manusia satu dengan yang lainnya, maka dari itu tugas arsitek tidaklah lagi menyeragamkan kebutuhan antara manusia satu dengan yang lainnya namun peran arsitek disini sebenarnya adalah membuat garis haluan atau alur pertumbuhan dinamika keinginan manusia dan arahan rancangan dalam skala seluruh gedung, hal ini dipakai sebagai acuan dalam merancang, agar bangunan yang akan terus bertumbuh tersebut tidak tumbuh secara semerawut.

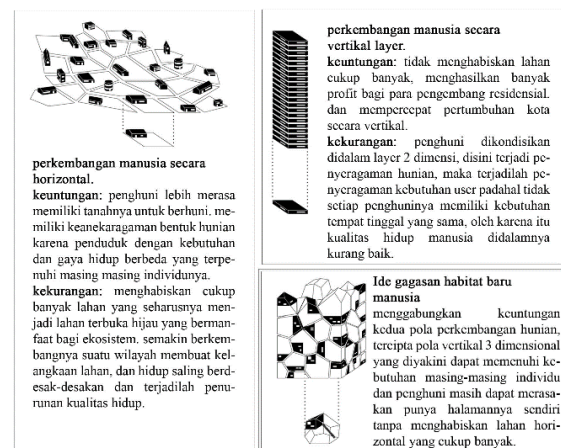


(Gambar 1.1) Ilustrasi isu dan konteks perancangan  
Sumber: Dokumen pribadi

## I.2 Isu dan Konteks Desain

### Isu

Sesuai dengan latar belakang yang tertulis diatas, maka isu perancangan yang diambil adalah isu pemrograman spasial ruang, tentang tata cara mendesain ruang hidup manusia. pola pembagian spasial ruang saat ini sebenarnya adalah pola program ruang yang disusun secara horizontal atau kumpulan susunan program ruang horizontal yang disusun secara vertikal. Manusia hanya mengalami pengalaman ruang secara horizontal. karena paradigma merancang bahwa manusia bergerak dengan kaki secara horizontal, dan juga pengaruh dari gravitasi, padahal ruang tidak hanya terbentuk secara 2 dimensi. karena pembagian ruang yang sama inilah muncullah tipe tipe bangunan yang sama maupun seragam yang dikembangkan secara massal oleh para pengembang properti. Pendekatan yang dipilih adalah bereksperimen dalam berarsitektur, yakni melalui eksperimen pemrograman ruang secara 3 dimensi, menggunakan aturan aturan parametrik. Dalam *parametric design*, suatu bentuk tidak didefinisikan terlebih dahulu, melainkan digolongkan dalam *template* tertentu dan dikontrol berdasarkan parameter-parameter penentu (Ugail, 2011).



(Gambar 1.2) Ilustrasi isu dan konteks perancangan  
Sumber: Dokumen pribadi

### Konteks Desain

Konteks perancangan adalah ruang huni masal yang integratif secara vertikal dengan tetap memperhatikan standar antropometri ruang gerak manusia. Ruang huni dengan pendekatan desain bidang studi matematis. Khususnya pada area pengembangan kota yang menjadi basis utama dalam perencanaan dan persebaran penduduk di masa akan datang

### I.3 Permasalahan dan Kriteria Desain

#### Permasalahan

#### 1. Keceragaman hunian.

Para pengembang lahan memaksakan kehendaknya demi mendapatkan profit dalam berbisnis. Bisnis adalah produk massal seperti produksi mobil. Sementara arsitektur sangat personal, spesifik, terkait dengan tapak, lingkungan dan orangnya. Penghasilan boleh sama, tapi yang satu anaknya tiga yang lain cuma satu. Dalam sistem kredit disamakan semua. Seperti dalam dunia industri, hanya dikenal kategori S, M, L, rumah juga dibuat seperti itu. Arsiteknya ikut karena sudah jadi korban pemilik modal.

#### 2. Pertambahan populasi yang tidak seimbang. manusia dengan alam ketika manusia menjadi salah satu rantai dari ekosistem dan dia berada di rantai makanan paling atas maka tidak ada lagi pemangsa manusia dan akhirnya pertumbuhan populasinya menjadi berlebih, hal ini disebabkan karena tidak ada lagi yang menduduki posisi rantai makanan lebih tinggi dari manusia, populasi manusia yang terus bertumbuh ini justru mengakibatkan ketidak serasian ekosistem alam yang seimbang.

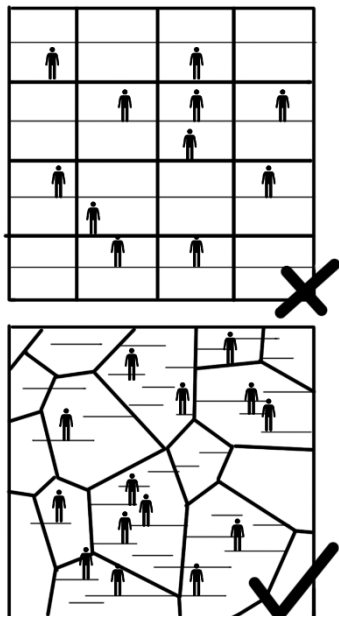
#### 3. Dinamika pergeseran kebutuhan manusia dalam bertempat tinggal.

Perkembangan manusia baik dari kebutuhan hidup, teknologi, juga dalam berarsitektur mengalami pergeseran karena manusia tumbuh dinamis. Perkembangan arsitektur saat ini agak macet, seperti tidak ada pencarian dan kegelisahan, arsitektur sebagai komoditas. Arsitektur direduksi menjadi sekedar bentuk (*style*). *Style* arsitektur berubah mengikuti perkembangan jaman, namun bentuk bukanlah poin utama dalam berarsitektur. Yang terjadi

## Kriteria Desain

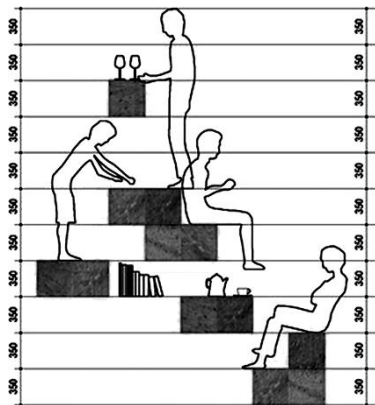
Terdapat tiga jenis kriteria desain pada perancangan hunian ini.

Desain dapat membagi ruang secara vertikal, namun tidak seragam, menghasilkan konfigurasi program ruang yang memiliki keberagaman bentuk dan volume.



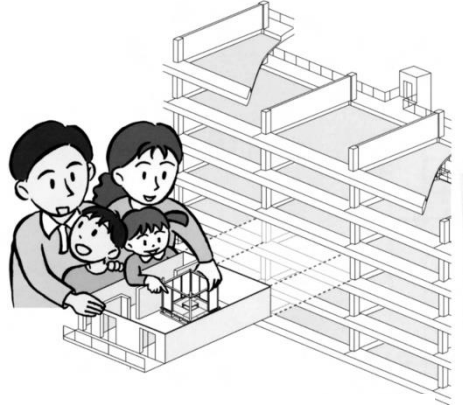
(Gambar 1.3) Ilustrasi kriteria pertama.

Penghuni dapat merasakan pengalaman ruang secara 3 dimensional dalam bergerak didalam bangunan.



(Gambar 1.4) Ilustrasi kriteria kedua

Desain dapat memenuhi kebutuhan dan aktivitas masing masing individu penghuni dengan maksimal dan layak.



(Gambar 1.5) Ilustrasi kriteria ketiga.



## BAB II PROGRAM DESAIN

### II.1 Tapak dan Lingkungan

#### Peraturan Setempat

Peraturan UP Tambak Osowilangun  
2013

#### Lokasi

Tapak berukuran 14,662m<sup>2</sup>  
berlokasi di Jl. Raya Kandangan  
Kecamatan Benowo kota Surabaya

#### Batas Tapak :

- a. Utara : Lahan kosong
- b. Timur : Jalan raya
- c. Selatan : Fasilitas Umum
- d. Barat : Permukiman

Peraturan kaawasan berdasar RDRTK

Koefisien Lantai Bangunan : 200

Koefisien Dasar Bangunan : 50 – 60 %

. Pada permukiman yang sudah terbangun dengan tingkat kepadatan tinggi dan KDB > 75%, perlu penataan dengan KDB maksimal 75% atau konsolidasi lahan menjadi sistem blok (rumah susun)

| No. | Nama Jalan                                       | Tipe Jalan      | Lebar Jalan         |
|-----|--|-----------------|---------------------|
| 12  | Jl. Raya Klekoh Rejo                             | Arteri Sekunder | 10 s/d 15           |
| 13  | Jl. Banjar Sugihan                               | Arteri Sekunder | 10 s/d 15           |
| 14  | Jl. Raya Kandangan                               | Arteri Sekunder | 10 s/d 15           |
| 15  | Jl. Raya Marukan Kulon                           | Arteri Sekunder | 10 s/d 15           |
| 16  | Jl. Raya Marukan Wetan                           | Arteri Sekunder | 10 s/d 15 dan > 15  |
| 17  | Jl. Karang Poh                                   | Arteri Sekunder | 10 s/d 15           |
| 18  | Jl. Tandes Lor                                   | Arteri Sekunder | 10 s/d 15           |
| 19  | Jl. Akses Lingkar Luar Barat - Raya Tambak Lagon | Arteri Sekunder | 10 s/d 15           |
| 20  | Jl. Akses Stadion Bungomo                        | Kolektor Primer | 5 s/d 15 M dan > 15 |

(Tabel 2.1) Tabel garis sempadan bangunan. Sumber: peraturan UP Tambak Osowilangun 2013



(Gambar 2.1) Lokasi Tapak. Sumber: Google Earth



## **Informasi Tapak**

Lokasi dipilih berdasarkan data dari analisa kriteria site, faktor- faktor yang menjadi kriteria pemilihan lokasi pada tapak ini cukup terpenuhi.

## **Kriteria Site.**

Berdasarkan hasil analisis data lapangan tentang pemilihan lokasi yang memiliki kriteria untuk dapat dibangun hunian vertikal layak nya rumah susun yang dilakukan, kriteria tersebut dapat disimpulkan antara lain:

a. Alternatif lokasi yang feasible bagi pembangunan hunian vertikal sederhana di Kota Surabaya didapatkan pada dua kecamatan, yakni pada Kecamatan Tambaksari dan Kecamatan Benowo.

b. Alternatif lokasi tersebut didapatkan dengan menggunakan pendekatan factor-faktor yang mempengaruhi feasibility lokasi rumah susun sederhana adalah antara lain:

- Faktor Fisik yang terdiri dari:
  - Kemiringan tanah (topografi) yaitu dengan kemiringan 0-15%
  - Kedalaman air tanah (hidrologi) yaitu dengan kedalaman lebih dari 5m.

- Genangan air yaitu pada daerah bebas genangan air
- Faktor Aksesibilitas yang terdiri dari:
  - Kedekatan dengan pusat kegiatan yang keberadaannya ditunjang oleh rumah susun
  - Angkutan umum, yaitu ketersediaan distribusi trayek angkutan umum
- Faktor Fasilitas Lingkungan yang terdiri dari:
  - Jaringan listrik, yaitu terlayani oleh distribusi jaringan listrik
  - Jaringan air, terlayani oleh distribusi jaringan air
  - Drainase, terlayani oleh distribusi jaringan drainase
- Faktor Fasilitas Sosial yang terdiri dari:
  - Pendidikan, yaitu ketersediaan dan jangkauan fasilitas pendidikan.
  - Kesehatan. yaitu ketersediaan dan jangkauan fasilitas kesehatan.
- Faktor Harga Lahan, yaitu harga tanah yang rendah.
- Faktor Demografi yakni kepadatan penduduk tinggi.
- Faktor Regulasi, yaitu kesesuaian dengan Rencana Tata Ruang untuk peruntukan pemukiman.

## **Klimatologi**

Kondisi iklim Kota Surabaya pada umumnya memiliki iklim tropis lembab. Kelembaban udara berkisar antara 36% - 99% dengan temperatur udara antara 19.6° C – 35.4° C (Sumber : data klimatologi Surabaya). Curah hujan rata-rata 192.92 mm, dengan hari hujan tinggi antara bulan Desember – Juni dengan curah hujan tertinggi bulan Januari.

## **Potensi Tapak.**

- Menurut rencana tata guna lahan, lokasi tapak diperuntukkan untuk area pengembangan permukiman.
- Tapak berlokasi di area berkembang, maka disekitarnya terdapat perumahan perumahan baru dan fasilitas fasilitas umum baru.
- Lokasi tapak cukup dekat dengan fasilitas umum
- Akses menuju tapak cukup dekat dengan jalan raya.
- Harga lahan relatif masih murah. Yakni per m<sup>2</sup> sebesar 2juta rupiah.

- Sesuai dengan kriteria tapak yang telah ditentukan.

## **Tantangan.**

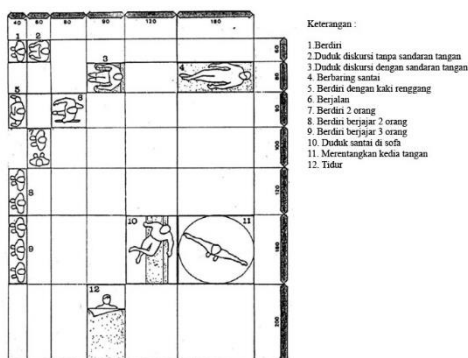
Tapak merupakan wilayah berkembang, sehingga jalan utama akses masih belum diaspal, dan infrastruktur lainnya masih belum sepenuhnya terbangun.

Lahan tidak jauh dengan rel kereta api, sehingga kebisingan kereta api masih terdengar sampai lahan dan perlu penanganan kebisingan agar tidak mengganggu.

## II.2 Program Ruang

Ide dasar program ruang dari rumah voronoi adalah sel voronoi sebagai blok atau unit hunian yang dikonfigurasi dengan menggunakan diagram voronoi, optimalisasi penyusunan blok yang disusun secara vertikal memaksimalkan sebanyak mungkin unit hunian dalam satu volume blok tower, dengan optimalisasi standart ruang gerak manusia pada setiap blok.

Menentukan luasan dan volume melalui antropometri yakni ilmu yang mempelajari pengukuran dimensi tubuh manusia (ukuran, berat, volume, dan lain-lain) dan karakteristik khusus dari tubuh seperti ruang gerak. Data antropometri digunakan untuk berbagai keperluan.

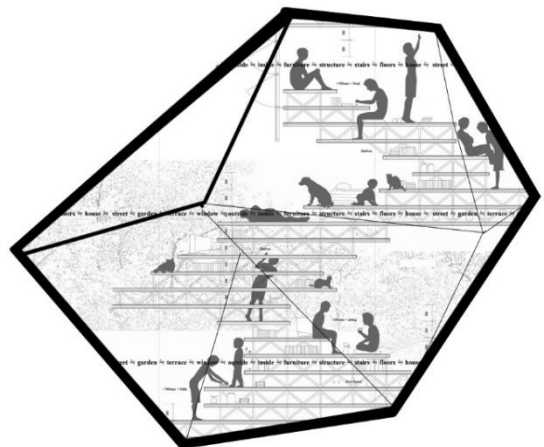


(Gambar 2.2) Studi ruang gerak manusia  
Sumber: STANDAR - Departemen Pekerjaan Umum .pdf

## Luasan dan volume ideal manusia dalam huni

Untuk menentukan volume ideal secara mikro, maka tiap volume ditinjau melalui pendekatan Antropometri, yakni pengukuran individu manusia untuk mengetahui variasi fisik manusia.

Berdasarkan kegiatan yang terjadi didalam rumah hunian, kebutuhan udara segar per orang dewasa per jam 16 - 24 m<sup>3</sup> dan per anak-anak per jam 8 - 12 m<sup>3</sup> , dengan pergantian udara dalam ruang sebanyak-banyaknya 2 kali per jam dan tinggi plafon rata-rata 2,5 m, maka luas lantai per orang (Sumber: *Acuan dari Data Arsitek, Neufert, Ernst, Jilid I-II*)



(Gambar 2.3) Skema hubungan fleksibilitas ruang dalam volume  
Sumber: karya pribadi

## Perhitungan Ruang.

Rumus 2 Kebutuhan luas lantai minimum hunian per orang bagi dewasa dan anak

|                    |   |   |                  |   |   |
|--------------------|---|---|------------------|---|---|
| L per orang dewasa | = | $\frac{U \text{ dws}}{Tp} = \frac{24 \text{ m}^3}{2,5 \text{ m}} = 9,6 \text{ m}^2$ | L per orang anak | = | $\frac{U \text{ ank}}{Tp} = \frac{12 \text{ m}^3}{2,5 \text{ m}} = 4,8 \text{ m}^2$ |
|--------------------|---|---|------------------|---|---|

Keterangan:  
 Udws : Kebutuhan udara segar/orang dewasa/jam dalam satuan m<sup>3</sup>  
 Uank : Kebutuhan udara segar/orang anak-anak/jam dalam satuan m<sup>3</sup>  
 Tp : Tinggi plafon minimal dalam satuan m

Jadi bila 1 kk terkecil rata-rata terdiri dari 5 orang (ayah + ibu + 3 anak) maka kebutuhan luas lantai minimum dihitung sebagai berikut :

Luas lantai utama =  $(2 \times 9,6) + (3 \times 4,8)$   
 m<sup>2</sup> = 33,6 m<sup>2</sup> - Luas lantai pelayanan  
 = 50% x 33,6 m<sup>2</sup> = 16,8 m<sup>2</sup> - Total  
 Luas Lantai = 51 m<sup>2</sup>

Jika koefisien dasar bangunan 50%, maka luas kavling minimum untuk keluarga dengan anggota 5 orang :

Rumus 3 Kebutuhan kavling minimum

|                                 |   |  |
|---------------------------------|---|--|
| L kav minimum (1 kel = 5 orang) | = | $\frac{100}{50} \times 51 \text{ m}^2 = 100 \text{ m}^2$ |
|---------------------------------|---|--|

Keterangan:  
 K kav minimum : Luas kavling minimum

Rumus 4 Luas parkir untuk area hunian

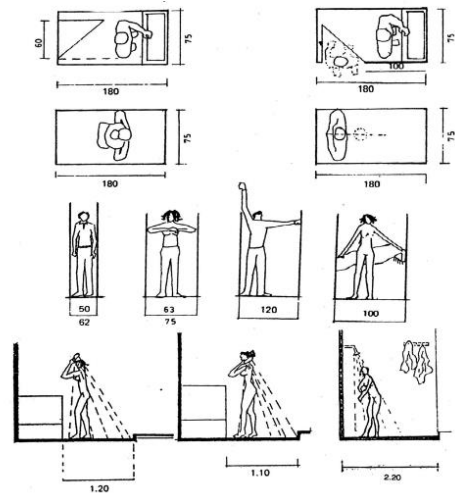
Luas lahan parkir (bruto) = 3% x luas daerah yang dilayani

(Catatan : Acuan dari dari Pedoman Perencanaan Lingkungan Permukiman Kota, Dirjen Cipta Karya, 1983)

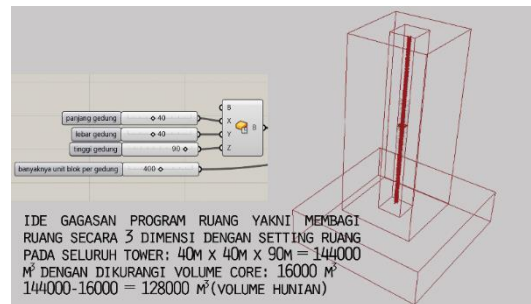
| No. | JENIS RUANG   |              | Lebar bersih minimum (cm) | Tinggi bersih minimum (cm) | Luas minimum (m <sup>2</sup> ) |
|-----|---------------|--------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|
|     | Hunian        | Perlengkapan |                           |                            |                                |
| 1.  | R.Tidur besar | -            | 240                       | 240                        | 9                              |
| 2.  | R.Tidur kecil | -            | 190                       | 240                        | 6                              |
| 3.  | R.Duduk       | -            | 240                       | 240                        | 9                              |
| 4.  | R.Makan       | Dapur        | 140                       | 240                        | 6                              |
| 5.  | -             | K.M + Kakus  | 90                        | 240                        | 4                              |
| 6.  | -             | Kamar Mandi  | 90                        | 190                        | 2                              |
| 7.  | -             | Kakus        | 75                        | 190                        | 1,5                            |
| 8.  | -             | R. Cuci      | 75                        | 190                        | 1,2                            |
| 9.  | -             | R. Setrika   | 100                       | 190                        | 1,5                            |
| 10. | -             | Gudang       | 100                       | 190                        | 1,5                            |
| 11. | -             | -            | 75                        | 190                        | 2,5                            |

(Tabel 2.2) Jenis dan ukuran ruang dalam volume

Luas lantai untuk kamar mandi memperhatikan aktivitas manusia dan tata letak perabot



(Gambar 2.4) ruang gerak manusia pada bidang dan volume sempit



(Gambar 2.5) Perhitungan parameter program ruang dalam aplikasi grasshopper

## BAB III

### PENDEKATAN DAN METODE DESAIN

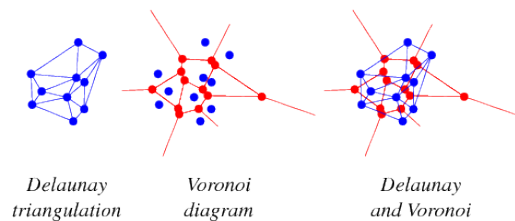
#### III.1 Pendekatan Matematis pada desain

Pendekatan desain yang dilakukan dalam melihat isu dan permasalahan di atas adalah pendekatan dari sudut pandang ekstrinsik yakni dari disiplin ilmu studi matematika yang digunakan untuk optimasi ruang yang dimaksimalkan dalam sebuah bangunan. Desain berbasis matematika dengan menggunakan parameter gerak manusia, mengoptimalkan ruang secara 3 dimensi yakni secara gerak vertikal maupun gerak horizontal. Penyusunan unit-unit ruang harusnya dimaksimalkan secara 3dimensi bukan secara denah 2 dimensi.

#### Pemecahan ruang 3dimensional melalui diagram voronoi

Dalam matematika, diagram Voronoi adalah cara atau pola membagi dan mempartisi ruang menjadi beberapa pecahan triangulasi. Pola voronoi menggunakan Sekumpulan poin titik inti yang ditentukan terlebih dahulu sebagai inti dari pecahan sel voronoi dan untuk setiap titik inti tadi akan membentuk regional yang luasnya menyesuaikan dengan luasan sel yang terbentuk dari

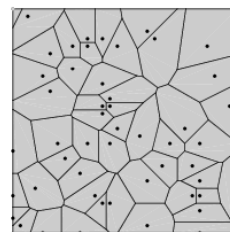
semua titik lain, setiap titik yang membentuk volume atau regional akan saling bersinggungan dan membentuk pola yang disebut sel voronoi. Berdasarkan pada parameter pemetaan kebutuhan luas. Dianalisa menggunakan diagram Voronoi; membagi ruang menjadi beberapa daerah.



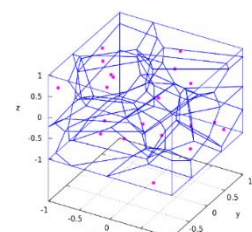
(Gambar 3.1) Triangulasi Voronoi

Sumber: <http://mathworld.wolfram.com/VoronoiDiagram.html>

Maka dengan menggunakan pendekatan 3dimensi voronoi dapat ditemukannya ide perkembangan hunian secara vertikal yang menerapkan voronoi sebagai tinjauan pemecahan ruang secara 3 dimensi.



(Gambar 3.2) pembagian ruang secara 2dimensional dalam diagram voronoi . Sumber: [http://math.lbl.gov/voro++/examples/random\\_points/](http://math.lbl.gov/voro++/examples/random_points/)



(Gambar 3.3) pembagian ruang secara 3dimensional dalam diagram voronoi 3dimensi. Sumber: [http://math.lbl.gov/voro++/examples/random\\_points/](http://math.lbl.gov/voro++/examples/random_points/)

### III.2 *Generative Process – Data Driven* sebagai Metoda Desain

Pada rancangan rumah sel voronoi ini menggunakan metode *generative process* menurut buku Kari Jormakka *Design Methods*

Proses desain merupakan hasil dari kemungkinan-kemungkinan logis dari parameter yang dimasukkan pada *framework* rancangan. Desain terbentuk oleh bantuan generator computer untuk menerjemahkan parameter.

*Generative process* pada Metoda Desain perancangan rumah sel voronoi ini menggunakan *data driven* yakni desain yang ditentukan dengan data yang kemudian diterjemahkan menjadi sebuah parameter angka dan aturan dan diolah dengan logika komputer.

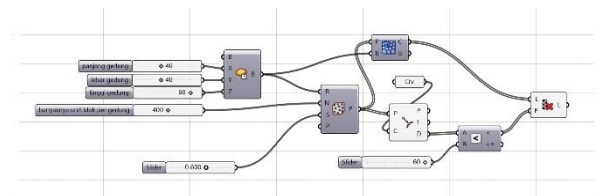
#### ***Visual scripting pada data driven***

Perkembangan desain yang diiringi teknologi software arsitektur membawa perubahan terhadap cara berpikir dan metoda desain. Ini Adalah salah satu cara menggapai pembuatan model awal bangunan dengan *visual scripting* dan bagaimana cara aplikasinya terhadap bangunan tinggi. Dengan metode scripting, pengguna atau user diharapkan mampu mengenal

perintah dan membuat diagram awal pola perancangan.

dengan *visual scripting* ini diharapkan bangunan tetap dapat presisi dan memudahkan kita dalam menentukan studi dasar dan bentuk masa yang akhirnya memudahkan kita ke tahap selanjutnya seperti pembangunan dan penggambaran gambar konstruksi.

*Visual scripting* metode parametrik tidak hanya digunakan untuk menganalisa eksplorasi dari bentuk saja namun juga bisa menganalisa kemungkinan-kemungkinan fungsi dan struktural bangunan.

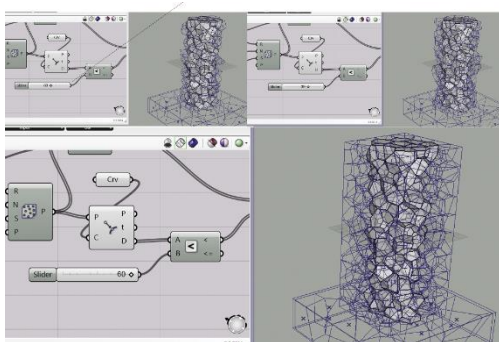


(Gambar 3.4) Logika script pada grasshopper

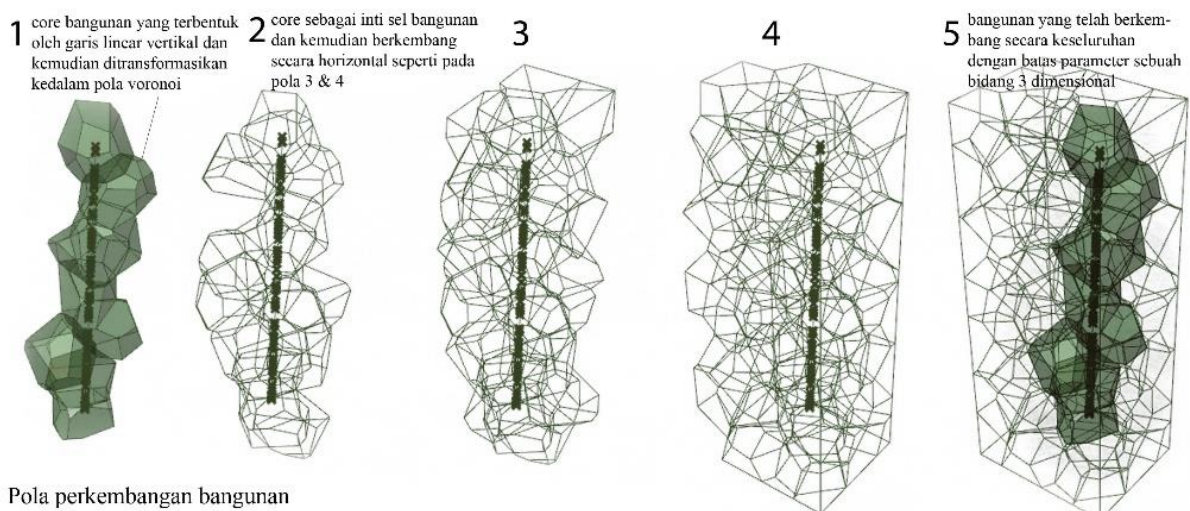
berdasarkan pola logika script pada penyusunan parameter pembagian ruang disusun menjadi script pada program grasshopper.

## Teknik *morphing*

Pada metode *generative process* yang digunakan, pembentukan *data driven* melalui teknik *morphing*, desain biasanya akan mewakili beberapa titik di tengah proses transformasi. Dalam arti yang lebih serius, *morphing* dikaitkan dengan pekerjaan ahli biologi. bentuk organik yang memiliki penyimpangan dari geometri euclidean, memiliki kemungkinan kemungkinan bentuk yang dapat bertransformasi atas dasar aturan parameter yang telah ditentukan.



(Gambar 3.5) Logika script pada grasshopper yang kemudian diterjemahkan ke parameter bentuk



(Gambar 3.6) Proses *Morphing* sel Voronoi 3 dimensional

## III.3 Konsep Desain

Rumah Sel Voronoi merupakan konsep desain yang mampu menghadirkan ruang huni berbentuk kumpulan sel voronoi 3 dimensional yang terkonfigurasi secara vertikal. mampu menghadirkan beberapa aspek penting sesuai dengan pendekatan desain yaitu:

- Optimalisasi ruang secara 3 dimensional , yakni pemecahan program ruang secara 3dimensional, menghasilkan keberagaman volume ruang huni yang memberikan pengalaman ruang 3dimensional didalamnya.
- Mewadahi setiap pergeseran kebutuhan penghuninya secara individual.



## BAB IV EKSPLORASI DESAIN

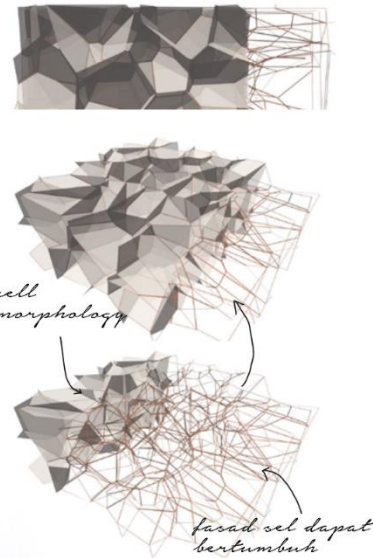
### IV.1 Eksplorasi Desain Makro

Eksplorasi perancangan mengacu pada tiga kriteria rancangan yang telah ditentukan. Untuk tahap pertama ini yakni menyelesaikan kriteria pertama yakni:

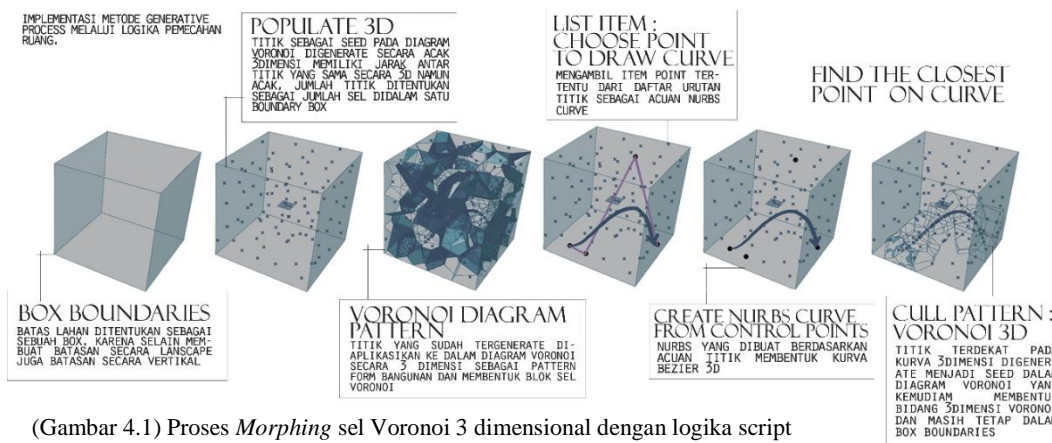
“Desain dapat membagi ruang secara vertikal, namun tidak seragam, menghasilkan konfigurasi program ruang yang memiliki keberagaman bentuk dan volume”

Pada tahap ini diselesaikan menggunakan strategi desain yakni pemecahan ruang secara 3 dimensional dilakukan secara makro, yakni memecah ruang berskala tower tidak secara layering melainkan dengan *generative process* menggunakan diagram voronoi.

Sel voronoi terbentuk dari sumbu tengah (*core*) bangunan yang memiliki kemampuan *morphing* atau bertumbuh sesuai pola voronoi 3 dimensional. Sekat privasi antar sel dapat bermorfosis mengikuti pola rencana struktur.

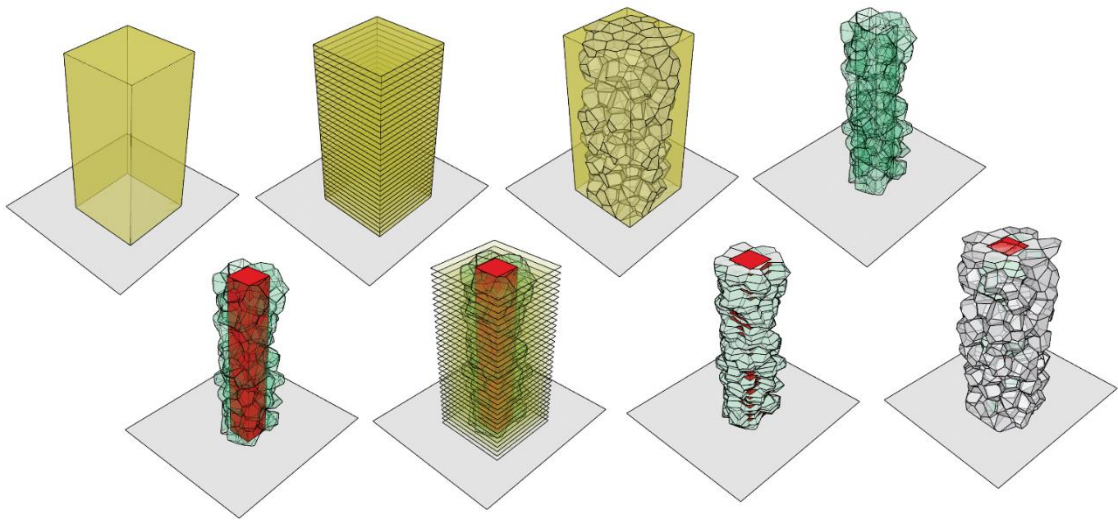


(Gambar 4.0) Proses *Morphing* sel Voronoi pada struktur dan sekat antar sel yang dapat membentuk fasad bangunan



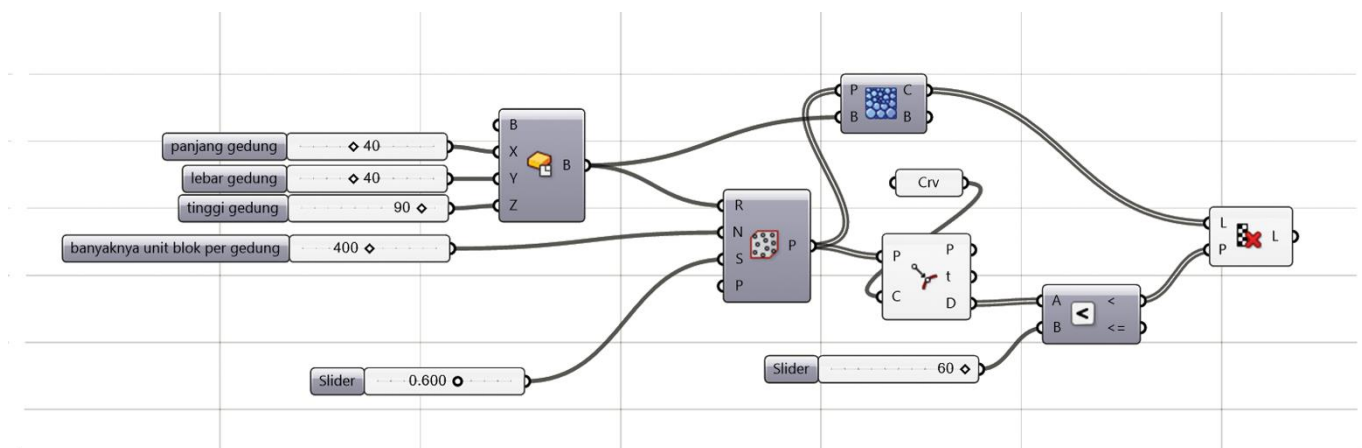
(Gambar 4.1) Proses *Morphing* sel Voronoi 3 dimensional dengan logika script yang kemudian diterjemahkan pada bentuk. Sumber: Dokumen pribadi.





Tahapan bentuk tower bangunan, morfosis bangunan bertumpu pada tengah *core* bangunan yang dapat bertumbuh menyamping bertambah jumlah sel huniannya mengikuti perkembangan pergeseran kebutuhan manusia.

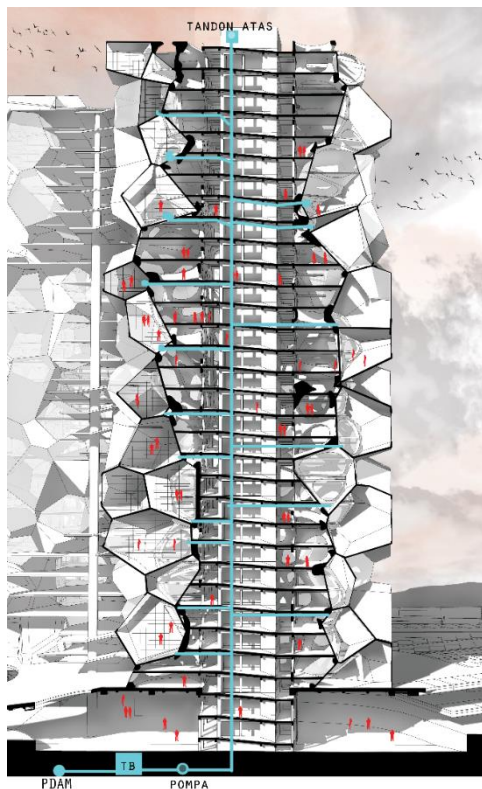
Bagian luar *core* memiliki rantai penghubung yang menghubungkan antar sel, rantai penghubung memiliki perbedaan ketinggian yang dihubungkan oleh ramp.



Logika script sederhana yang disusun menggunakan grasshopper, data parameter sebagai tinggi panjang dan lebar tower untuk kemudian volume tower dipecah menggunakan pola diagram voronoi 3 dimensional.

## IV.2 Utilitas

bangunan memiliki 2 tipe core bangunan sebagai sirkulasi vertikal juga struktur tempat melekatnya struktur *voronoi skeletal mesh*



(Gambar 4.4) Plumbing pada tower gedung

### Plumbing

Sumber air bersih dari PDAM yang kemudian ditampung ditandon bawah. Didistribusikan dengan system *upfeed*. Air dari tandon bawah dipompa menuju ke *interface* sel dan ruang- ruang.

Air bersih – PDAM – tandon bawah  
- pompa- jaringan – sel

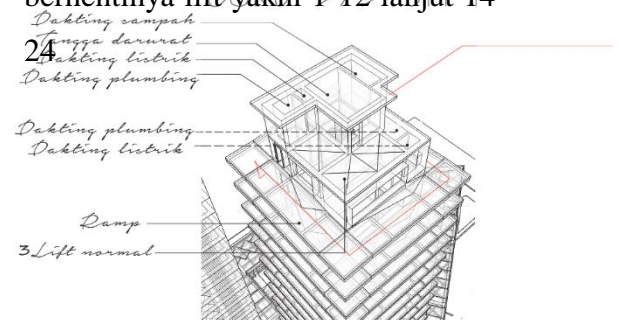
Air kotor – sumber – bak control –  
saluran kota

Air limbah – Sumber –

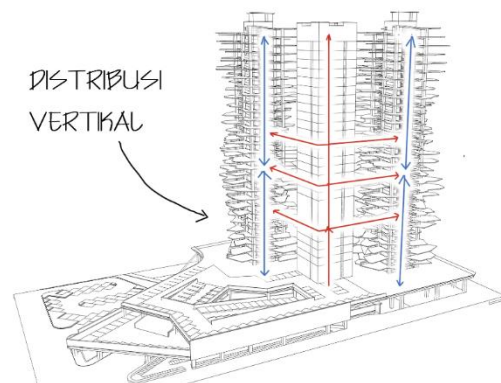
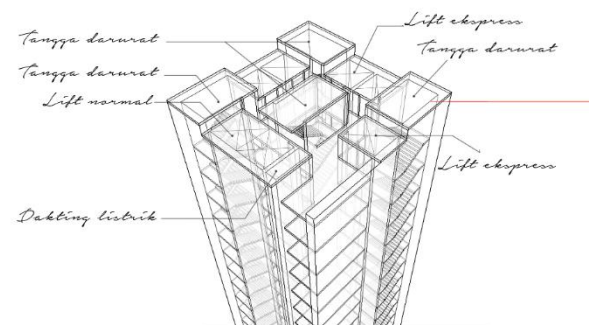
STP(septic tank)

### Elevator/ Lift

Elevator/lift pada bangunan ini memiliki lantai utilitas yang berfungsi sebagai lantai transisi tempat berhentinya lift yakni 1-12 lanjut 14-



CORE SYSTEM 2

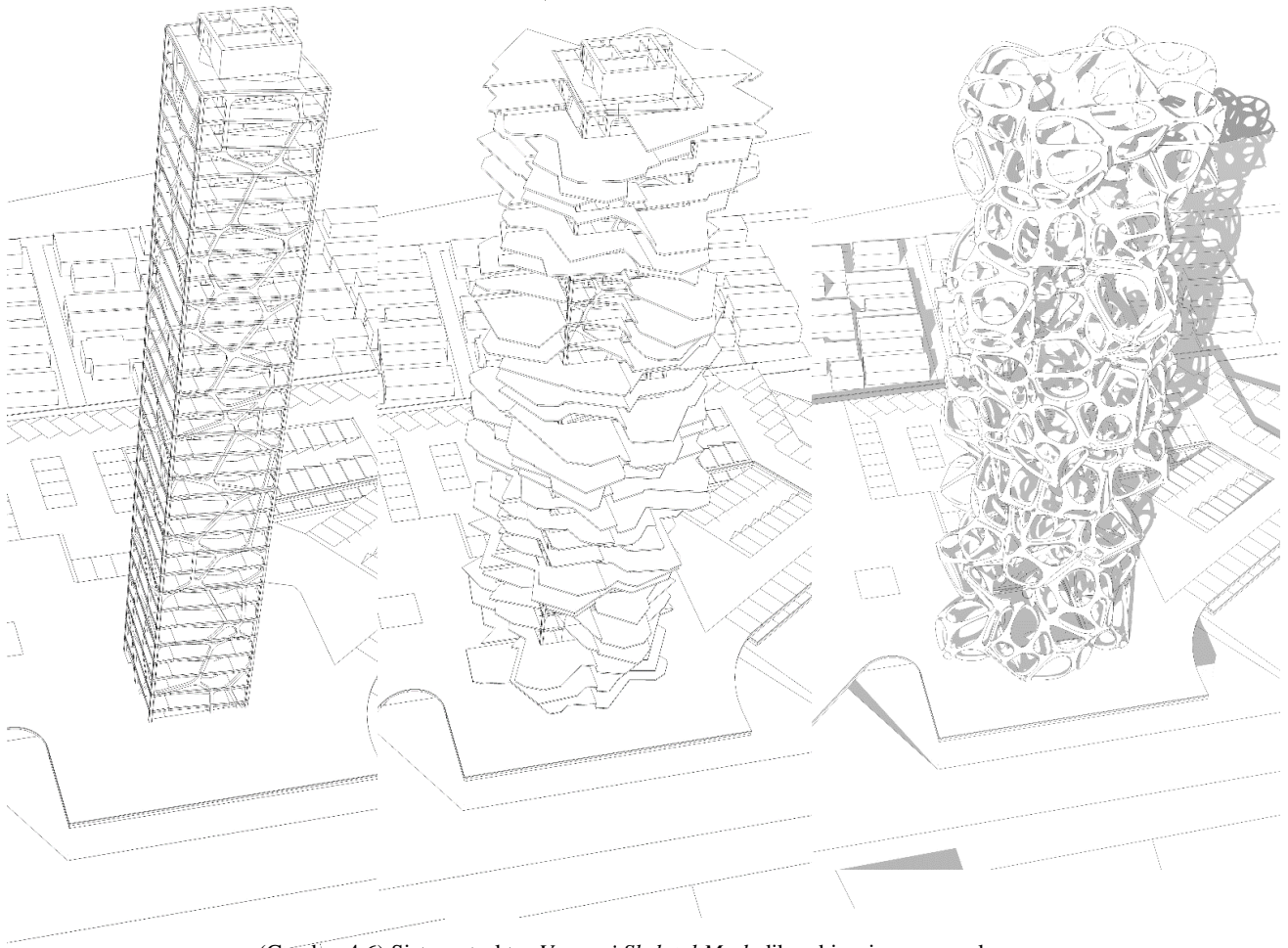


(Gambar 4.5) Sistem elevator dan distribusi vertikal pada core bangunan

### Elektrikal

Menggunakan sumber listrik dari PLN dengan panel utama pada lantai ground. Selanjutnya disalurkan pada

shaft yang nantinya didistribusikan pada tiap-tiap sel.

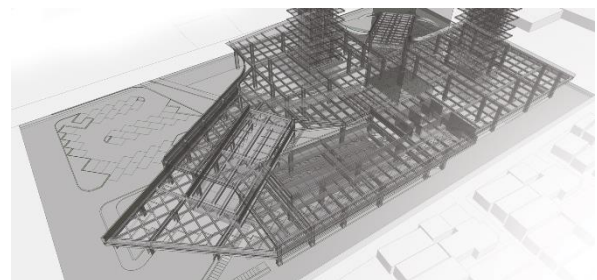


(Gambar 4.6) Sistem struktur *Voronoi Skeletal Mesh* dikombinasi menggunakan *bearing wall core* sebagai sirkulasi dan utilitas juga sebagai fungsi struktur

## Struktur

Konfigurasi struktur *Voronoi skeletal mesh* dengan kombinasi *core* dan lantai penghubung pada tower bangunan. *Voronoi skeletal mesh* merupakan struktur yang terbentuk dari garis kerangka voronoi 3 dimensi yang kemudian di masukan parameter *smooth organic structure* untuk membentuk efek structural yang lebih dinamis.

Podium menggunakan struktur *post and beam* atau kolom balok dengan dikombinasi atap gedung parkir yang menggunakan struktur pipa besi.



(Gambar 4.7) Sistem struktur podium menggunakan *post and beam*

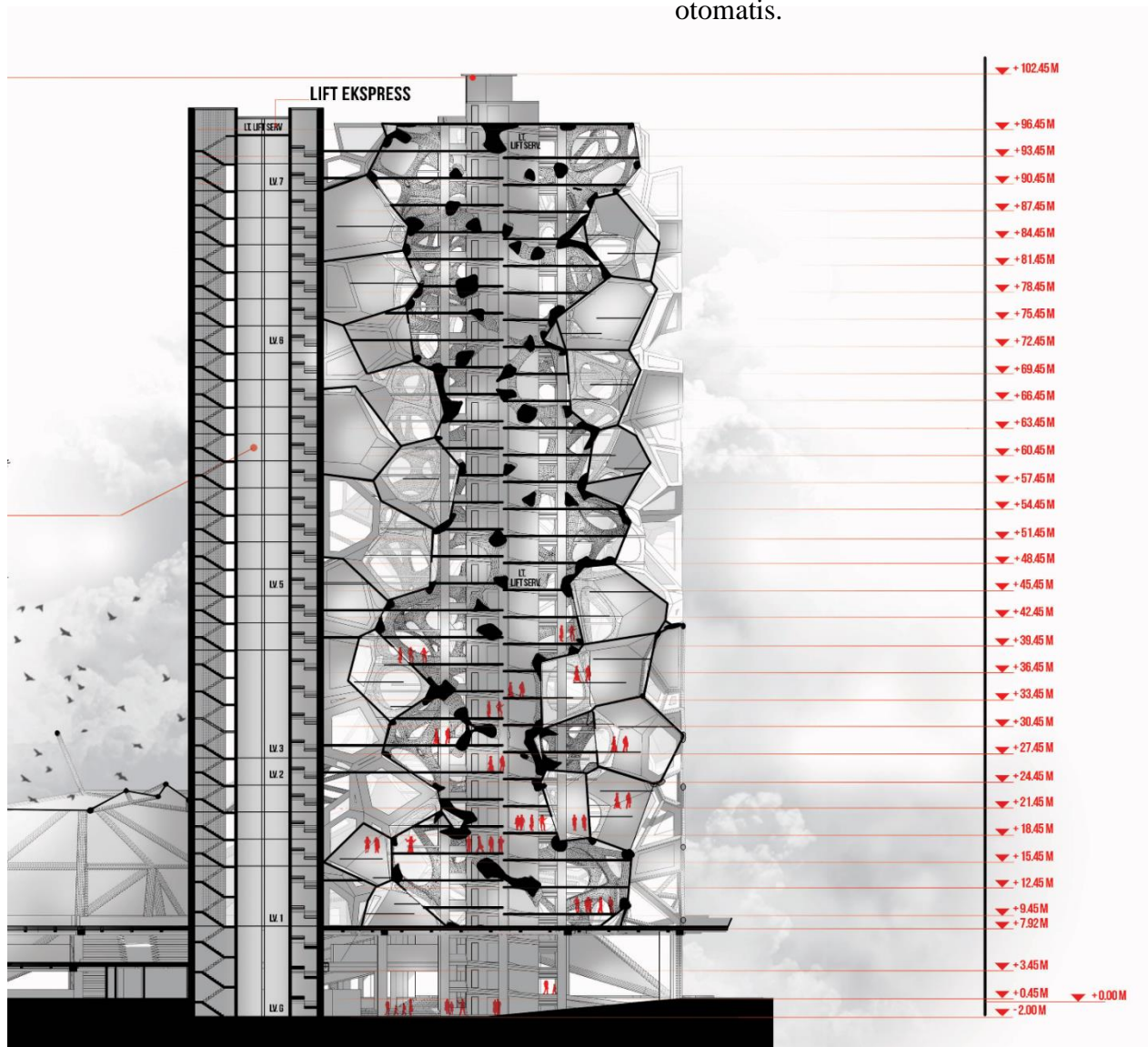


### ***Fire Protection***

Sistem proteksi kebakaran pada bangunan ini menggunakan smoke detector, fire alarm dan sprinkler. Tangga sirkulasi dapat berfungsi sebagai tangga kebakaran ketika keadaan darurat.

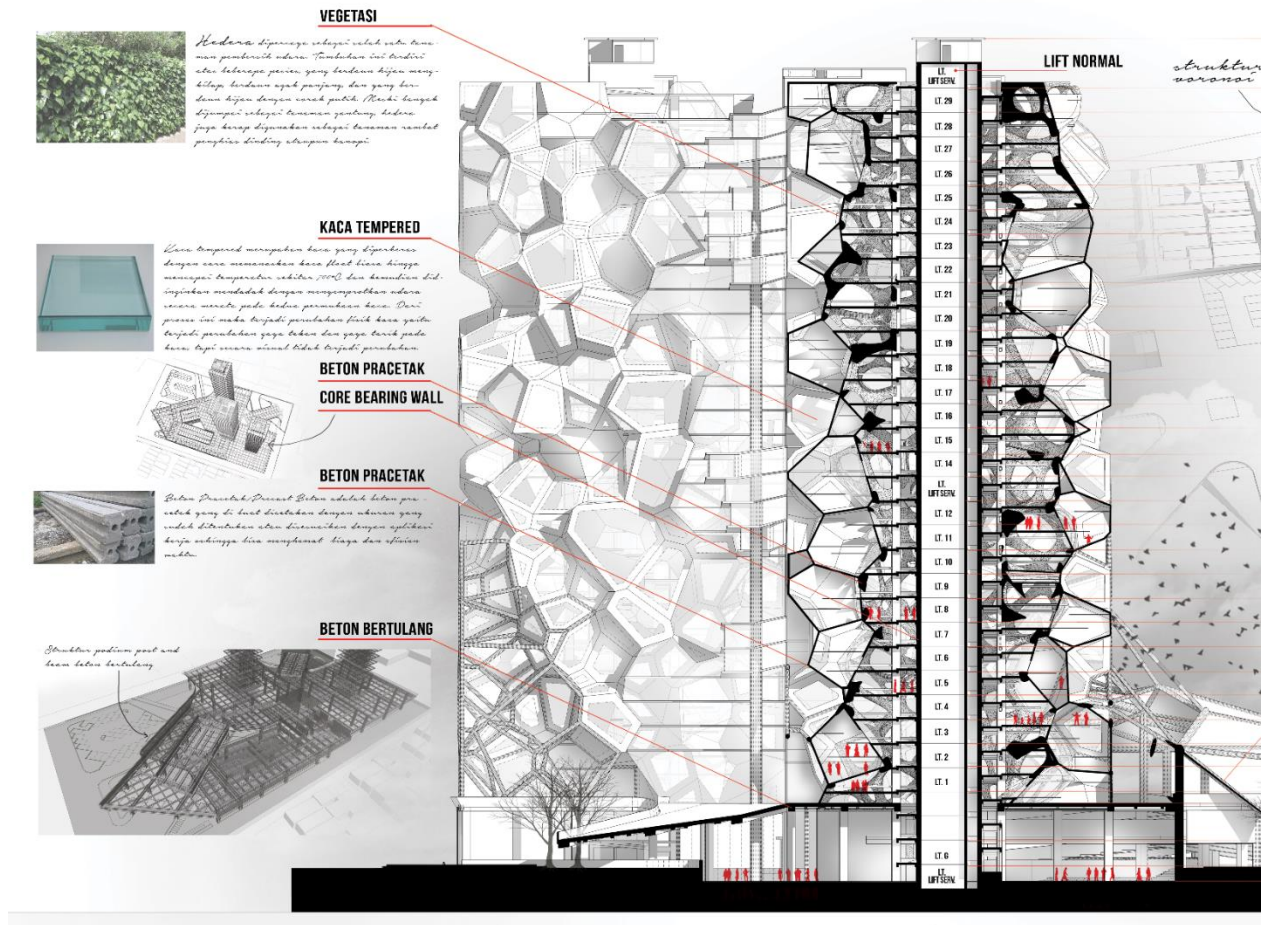
### ***Smart Building Technology***

Bangunan memiliki kemampuan digital dalam pengoperasian barang-barang maupun furnitur didalamnya, seperti sistim keamanan digital maupun pengaturan kelistrikan otomatis.

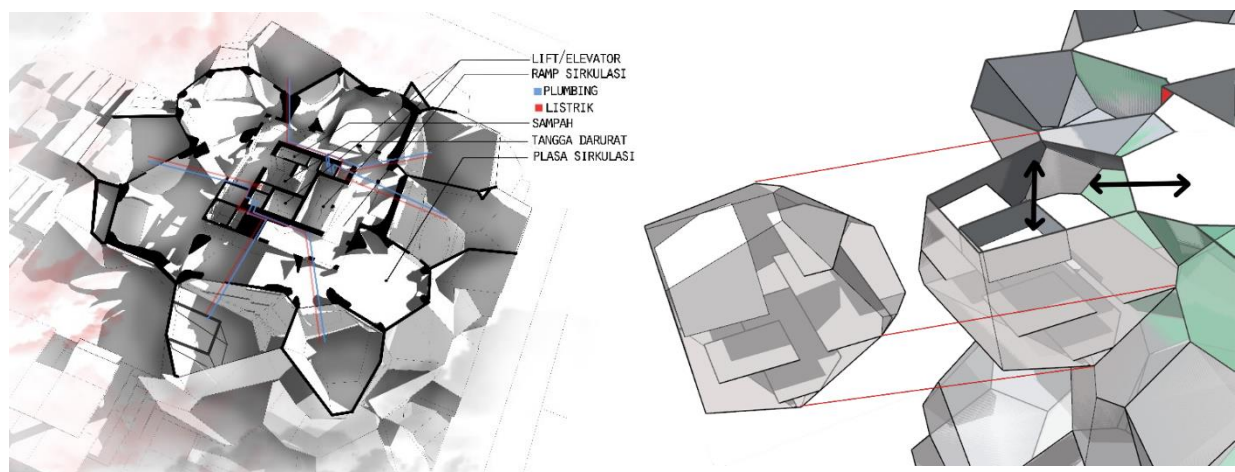


(Gambar 4.8) Sistem hubungan antar lantai, struktur voronoi dan *bearing wall* pada *core* yang terkonfigurasi satu gedung

(Gambar 4.10) Pola hubungan ruang sel dengan konfigurasi vertikal pada tower.



(Gambar 4.9) Hasil desain. konfigurasi struktur dan keterangan material



(Gambar 4.11) Pola hubungan ruang sel dengan konfigurasi vertikal pada tower.



## IV.2 Eksplorasi Desain Mikro

Setelah integrasi ruang secara makro dapat tereksplorasi secara tidak langsung akan terbentuk volume-volume ruang 3 dimensional secara acak.

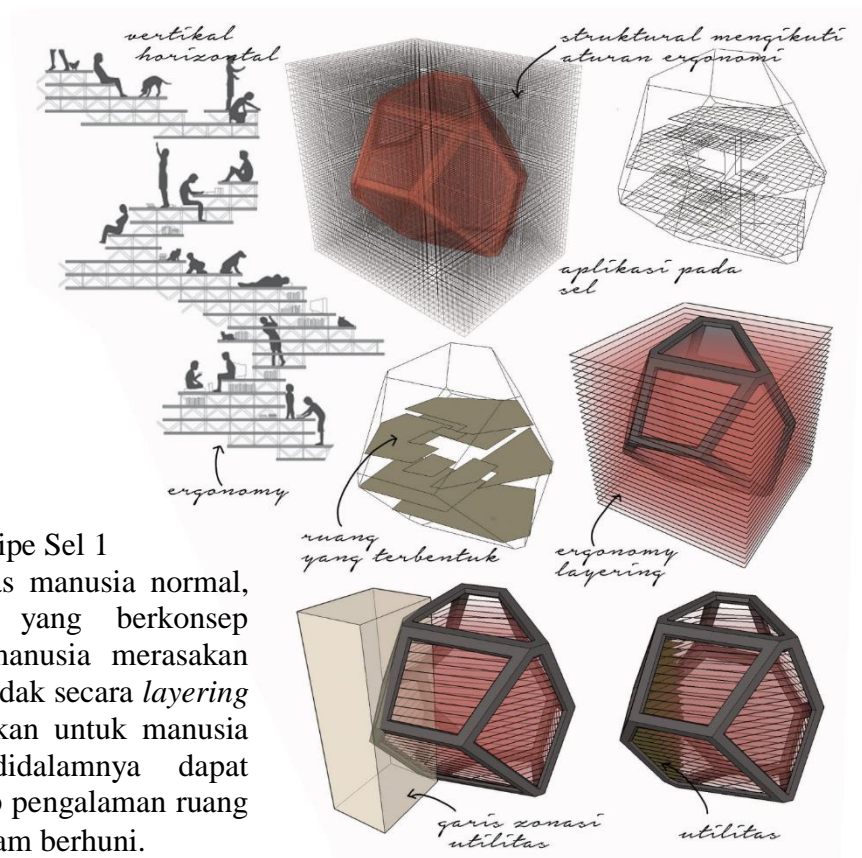
Ide dasar dalam perancangan sel secara mikro yakni untuk dapat memenuhi kriteria desain yang kedua dan ketiga yakni:

“Penghuni dapat merasakan pengalaman ruang secara 3 dimensional dalam bergerak didalam bangunan”

“Desain dapat memenuhi kebutuhan dan aktivitas masing masing individu penghuni dengan maksimal dan layak”

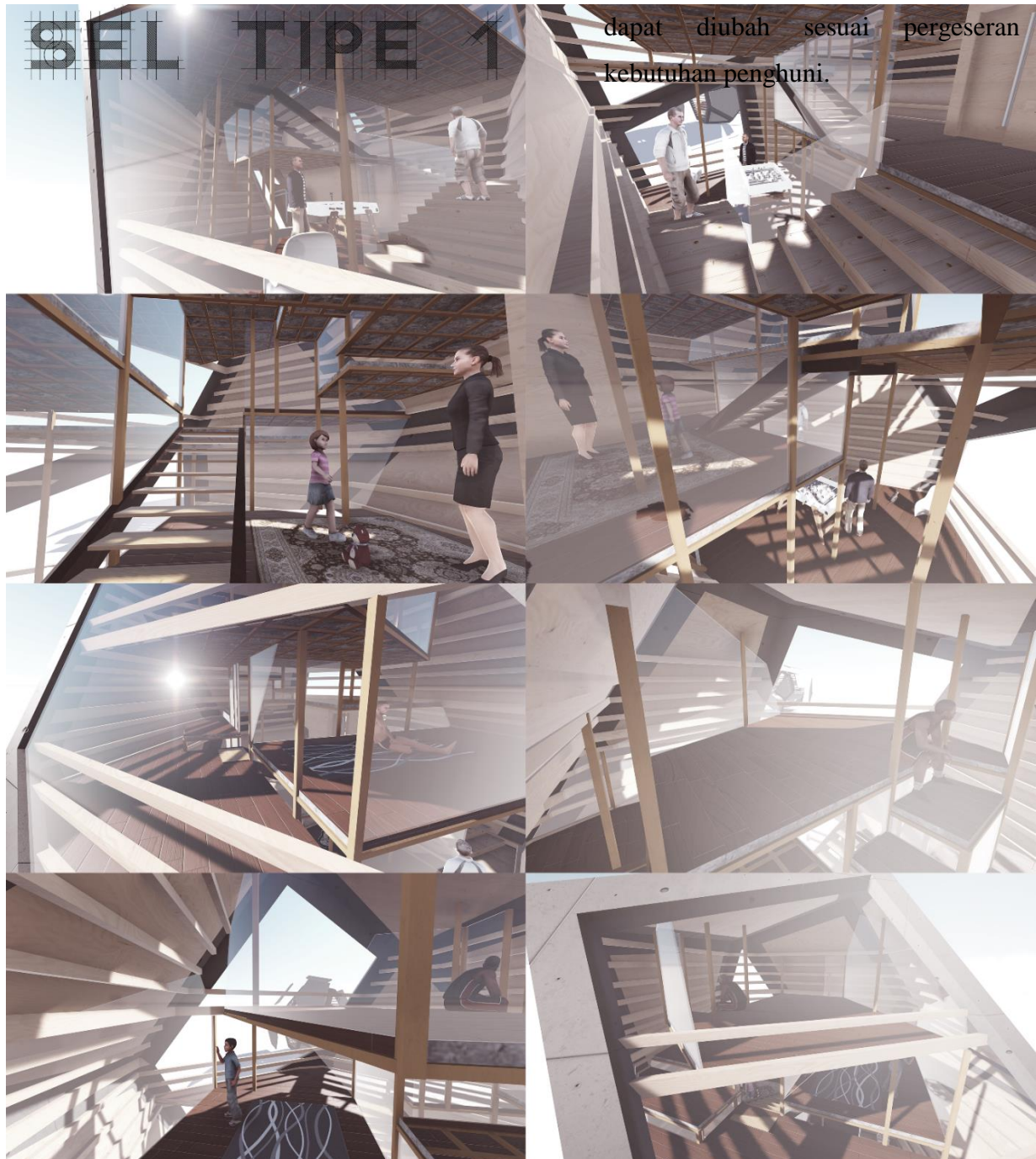
Pada tahap ini sel voronoi yang telah terbentuk oleh parameter didesain berdasarkan ruang gerak manusia, dan penghuni dapat merasakan ruang secara 3 dimensional didalamnya

Untuk memenuhi kriteria yang ketiga, sel dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan masing masing individu, maka sel dalam bangunan didesain sebagai sel yang dapat didesain menyesuaikan kebutuhan masing masing individu.



(Gambar 4.12) Prototipe Sel 1

Mewadahi fasilitas manusia normal, memiliki lantai yang berkonsep multimezanine, manusia merasakan berpindah lantai tidak secara *layering* hal ini dimaksudkan untuk manusia yang tinggal didalamnya dapat merasakan konsep pengalaman ruang 3 dimensional dalam berhuni.



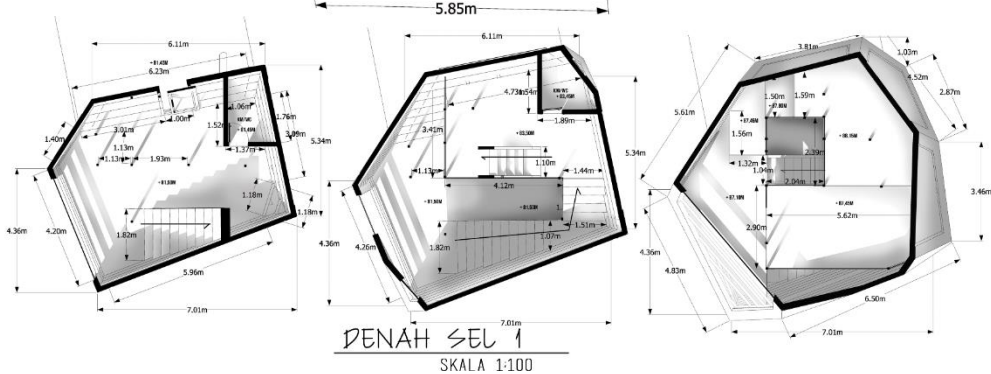
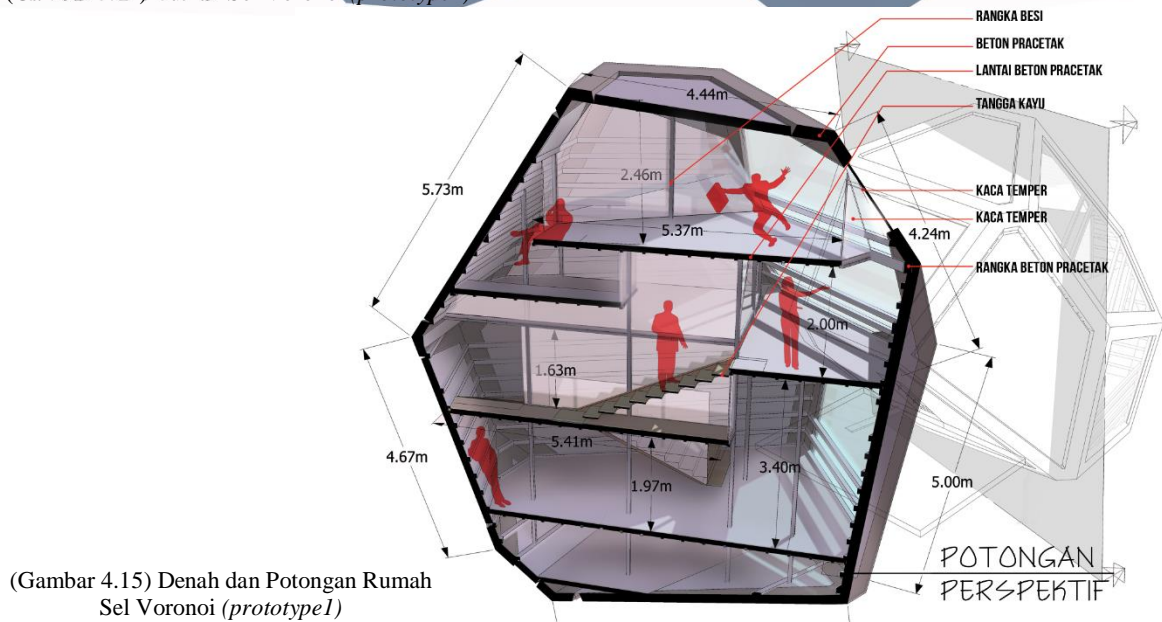
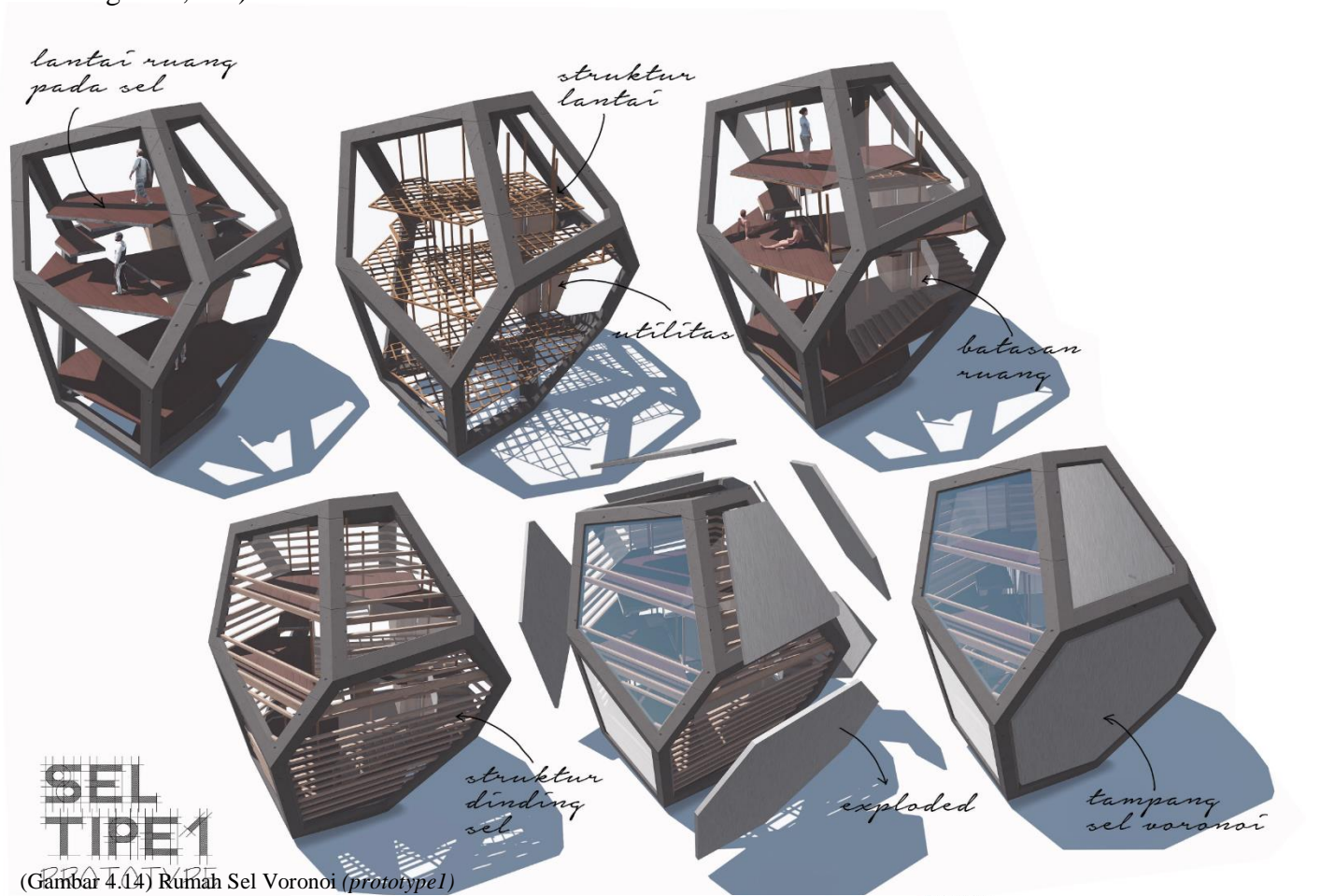
(Gambar 4.13) Suasana Ruang 3 Dimensional dalam Prototipe Sel Hunian Voronoi

Prinsip utilitas berada dalam satu garis vertikal seperti pada letak kamar mandi/wc pada sel. Dinding dan lantai dibuat semi permanen agar nantinya

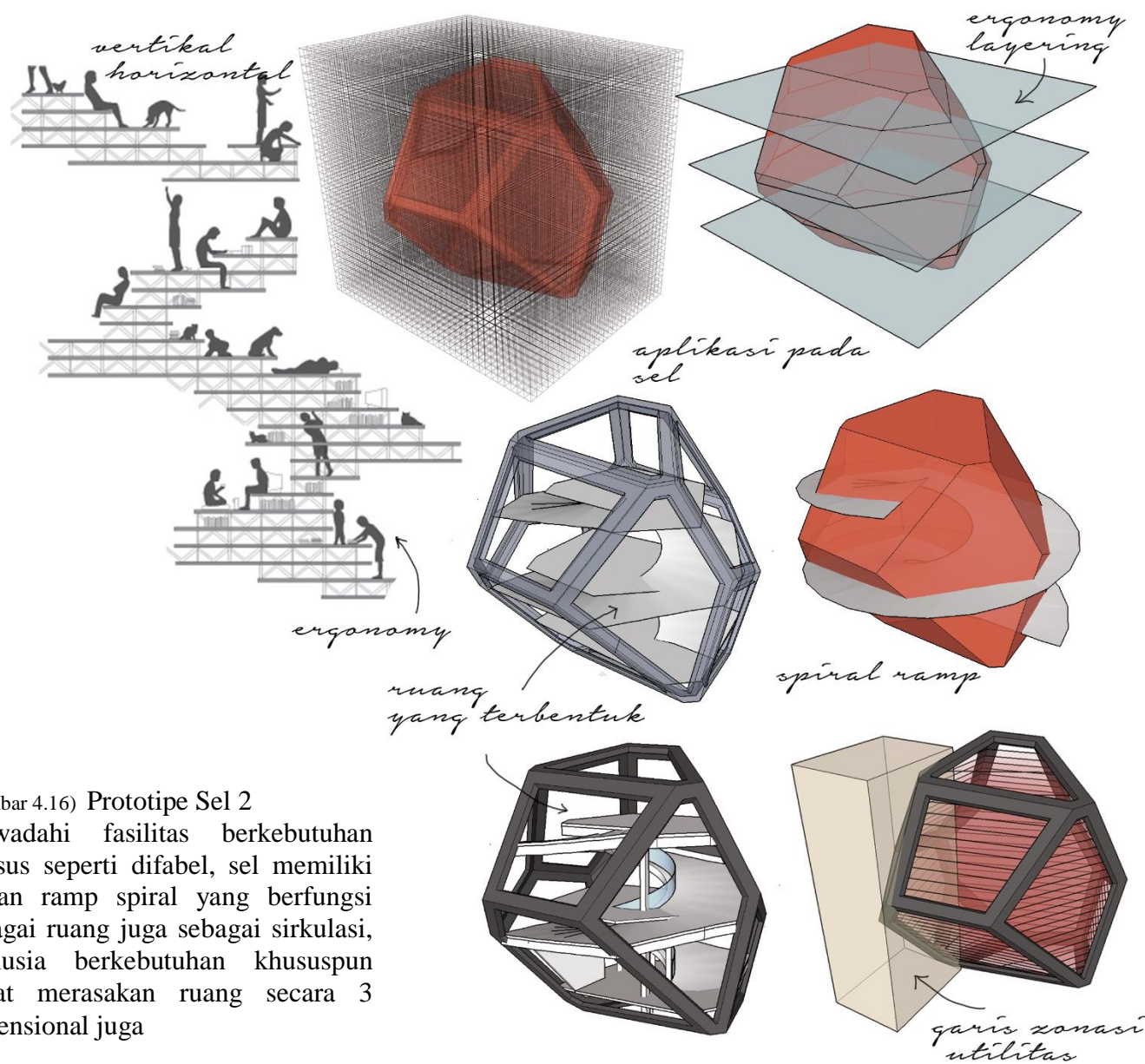
Pada sel tipe 1 ini memiliki lantai paling bawah yang tidak difungsikan sebagai ruangan, namun dapat berfungsi sebagai gudang maupun



ruang utilitas(penyimpanan mesin air,  
genset, dsb)





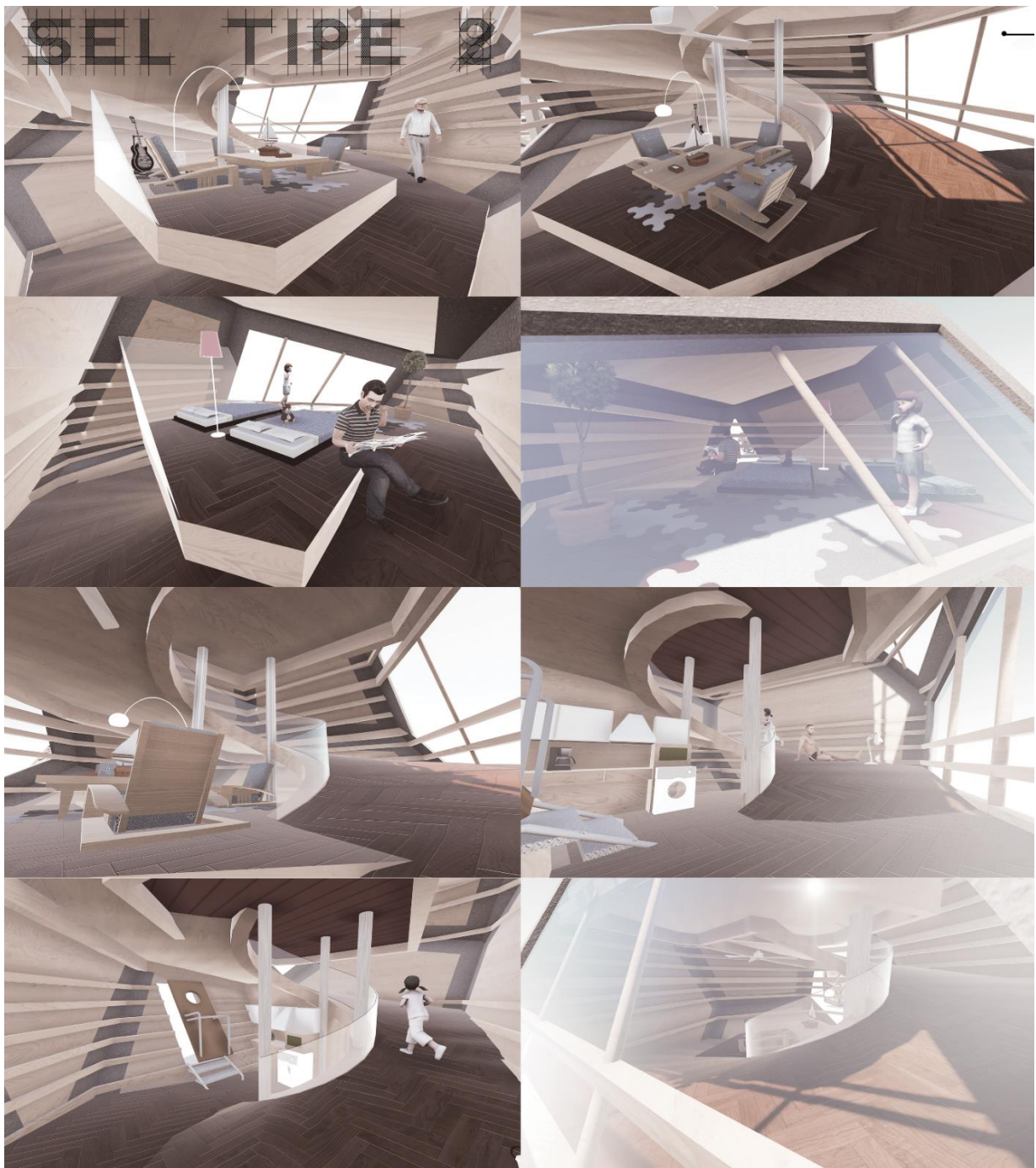


(Gambar 4.16) Prototipe Sel 2

Mewadahi fasilitas berkebutuhan khusus seperti difabel, sel memiliki aturan ramp spiral yang berfungsi sebagai ruang juga sebagai sirkulasi, manusia berkebutuhan khususpun dapat merasakan ruang secara 3 dimensional juga

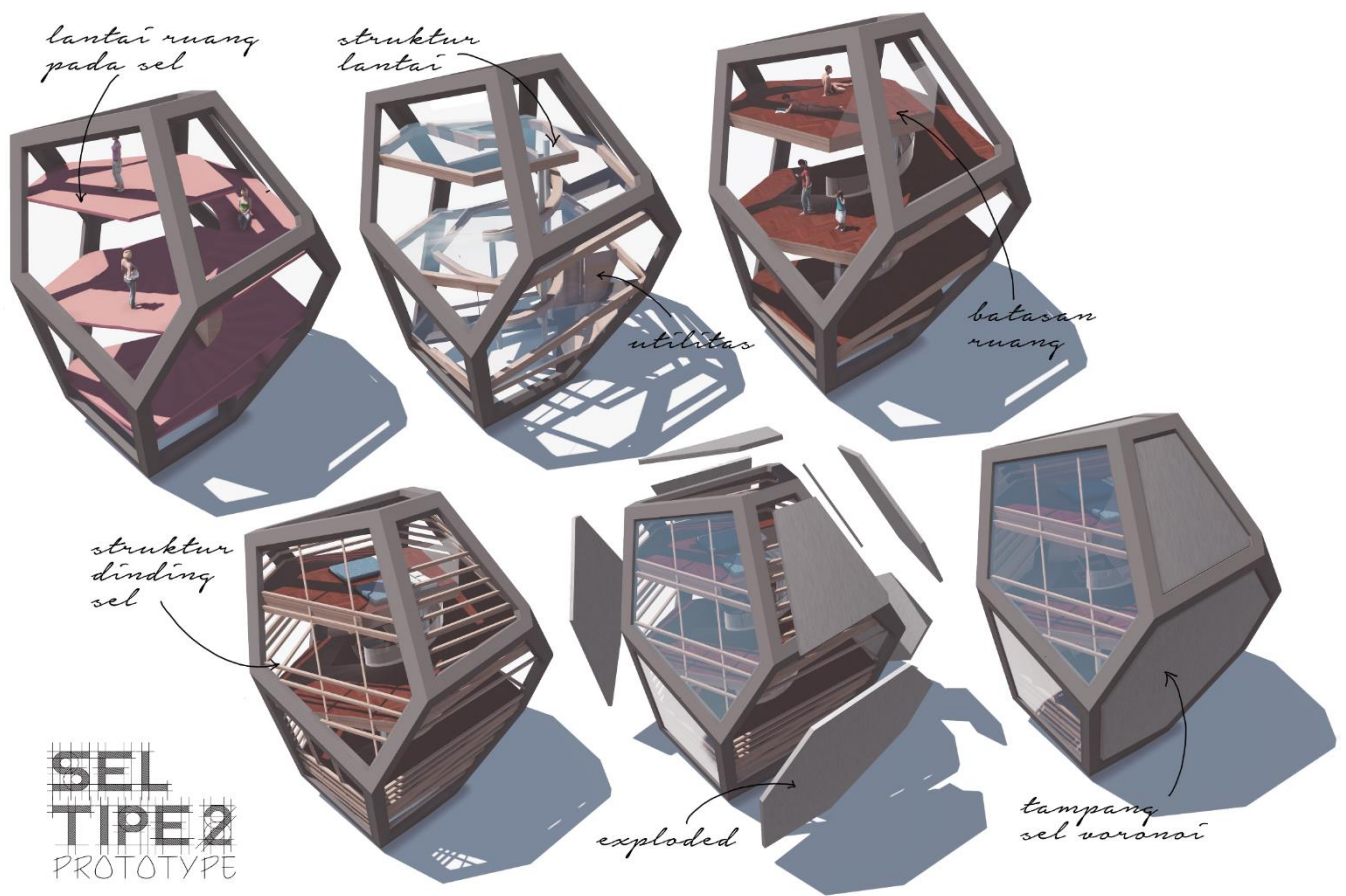
Prinsip utilitas berada dalam satu garis vertikal seperti pada letak kamar mandi/wc pada sel. Dinding dan lantai dibuat semi permanen agar nantinya dapat diubah sesuai pergeseran kebutuhan penghuni.

Pada sel tipe 2 ini juga memiliki lantai paling bawah yang tidak difungsikan sebagai ruangan, namun dapat berfungsi sebagai gudang maupun ruang utilitas(penyimpanan mesin air, genset, dsb)

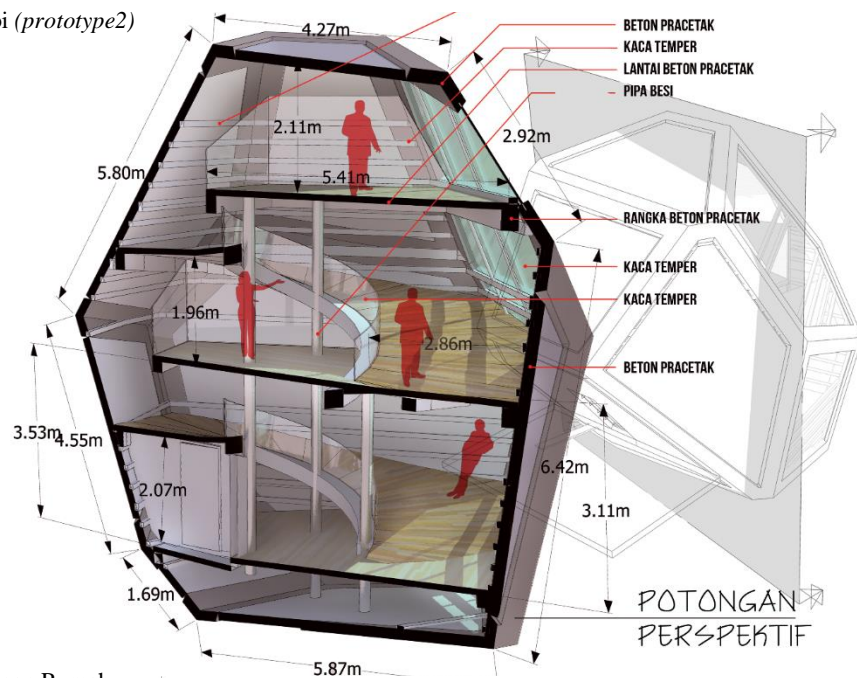


(Gambar 4.17) Suasana Ruang 3 Dimensional dalam  
Prototipe Sel Hunian Voronoi (*prototype2*)

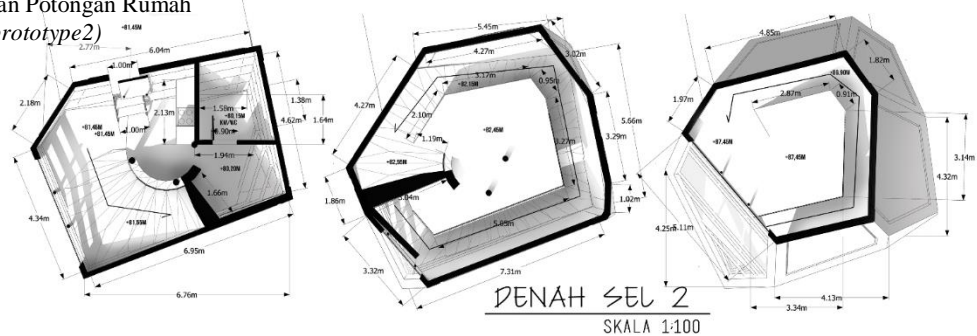




(Gambar 4.18) Rumah Sel Voronoi (prototype2)



(Gambar 4.19) Denah dan Potongan Rumah Sel Voronoi (prototype2)

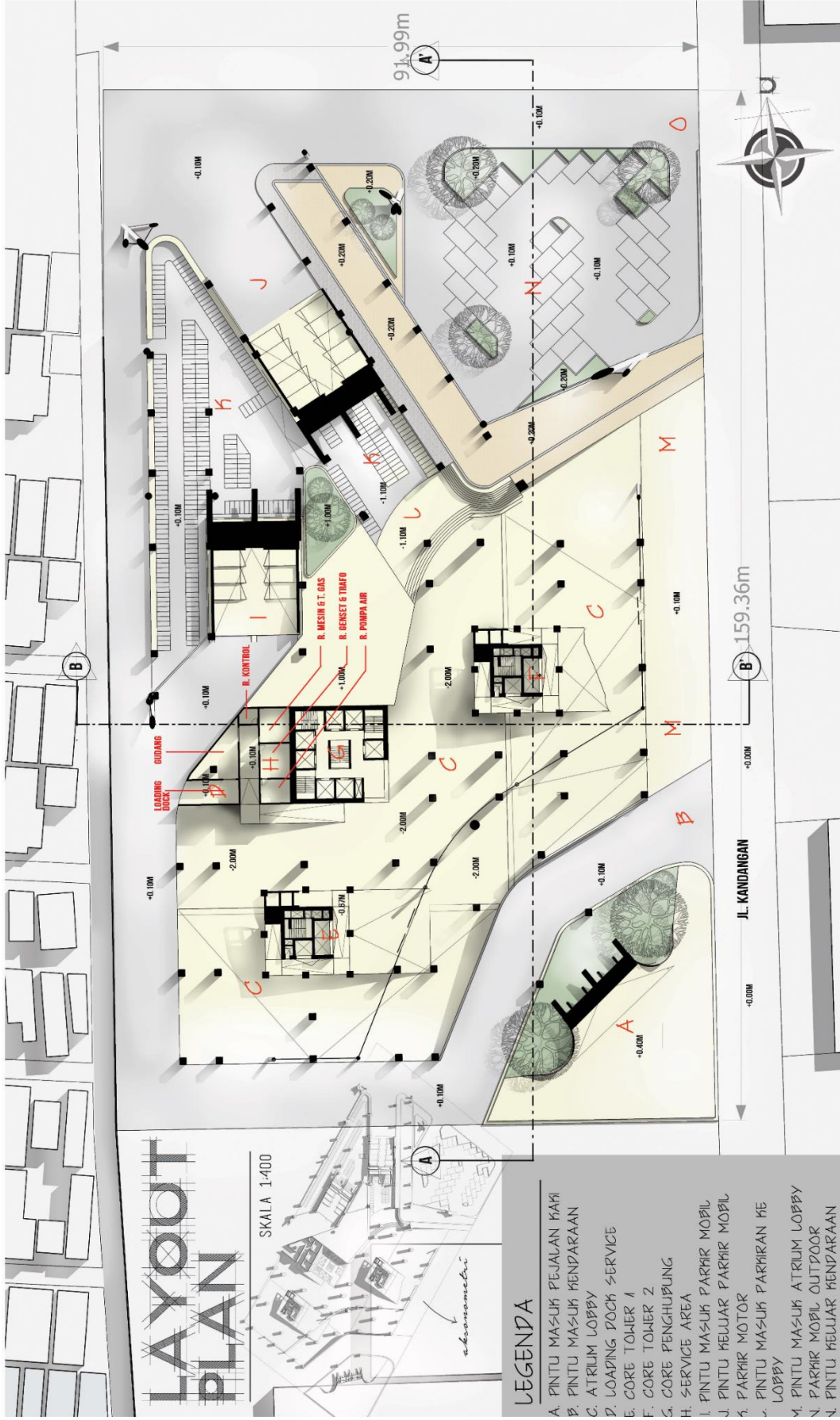


## IV .3 Hasil Desain



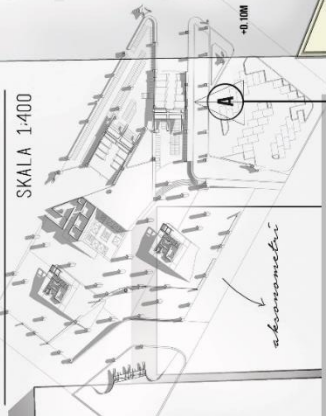
(Gambar 4.20) Siteplan





# LAYOUT PLAN

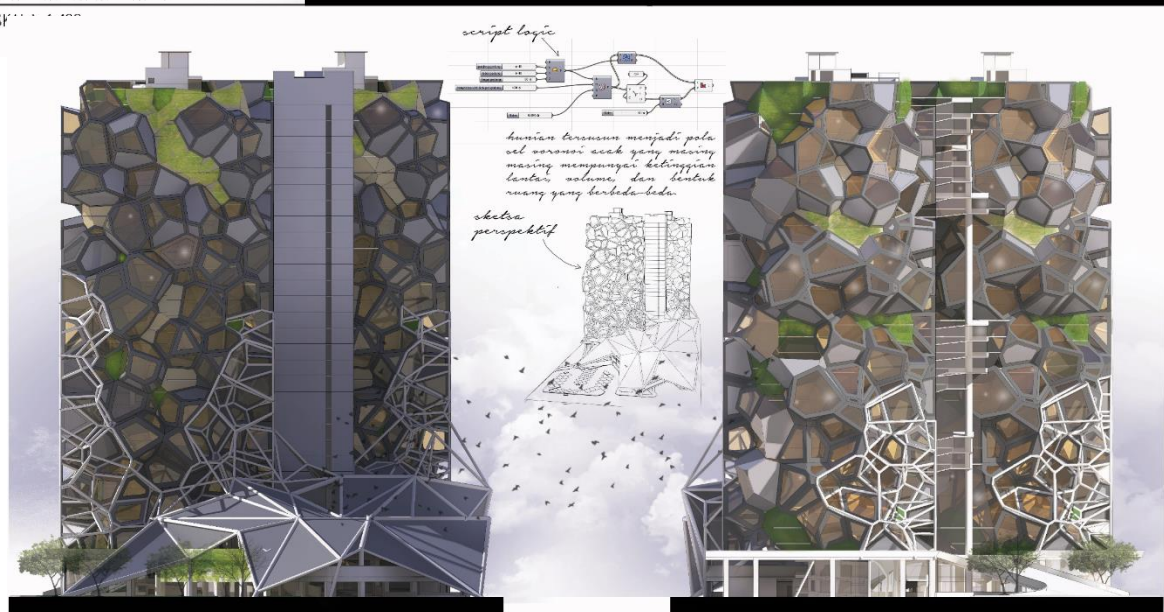
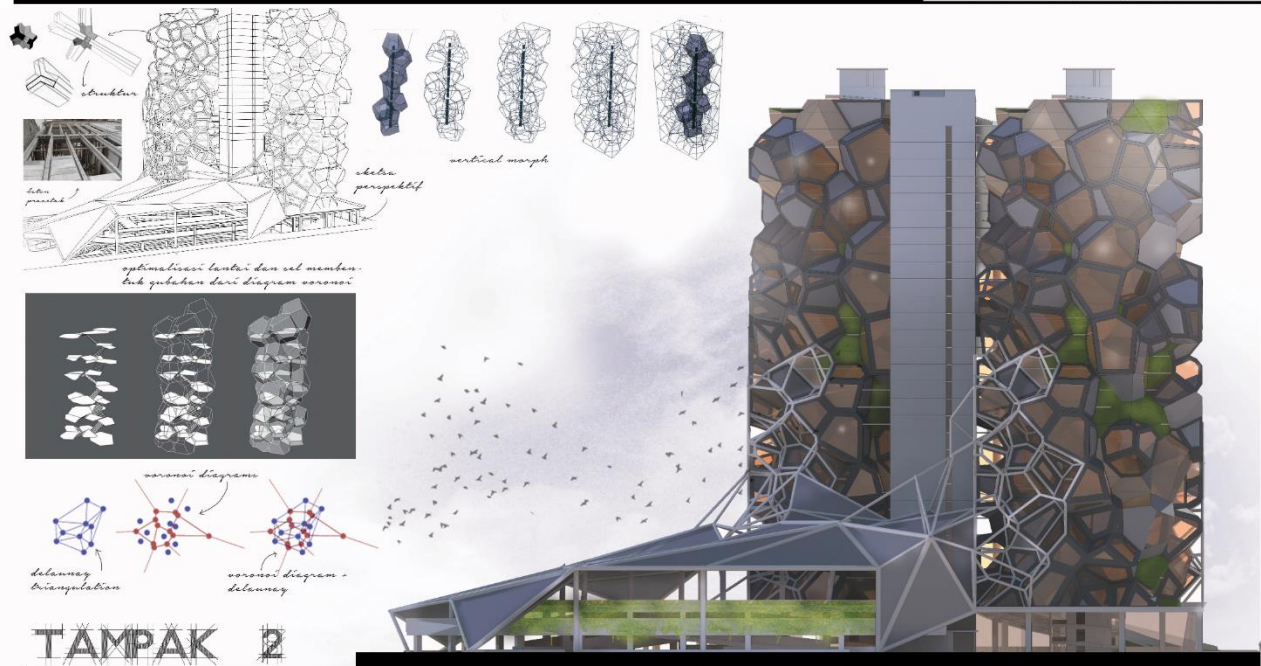
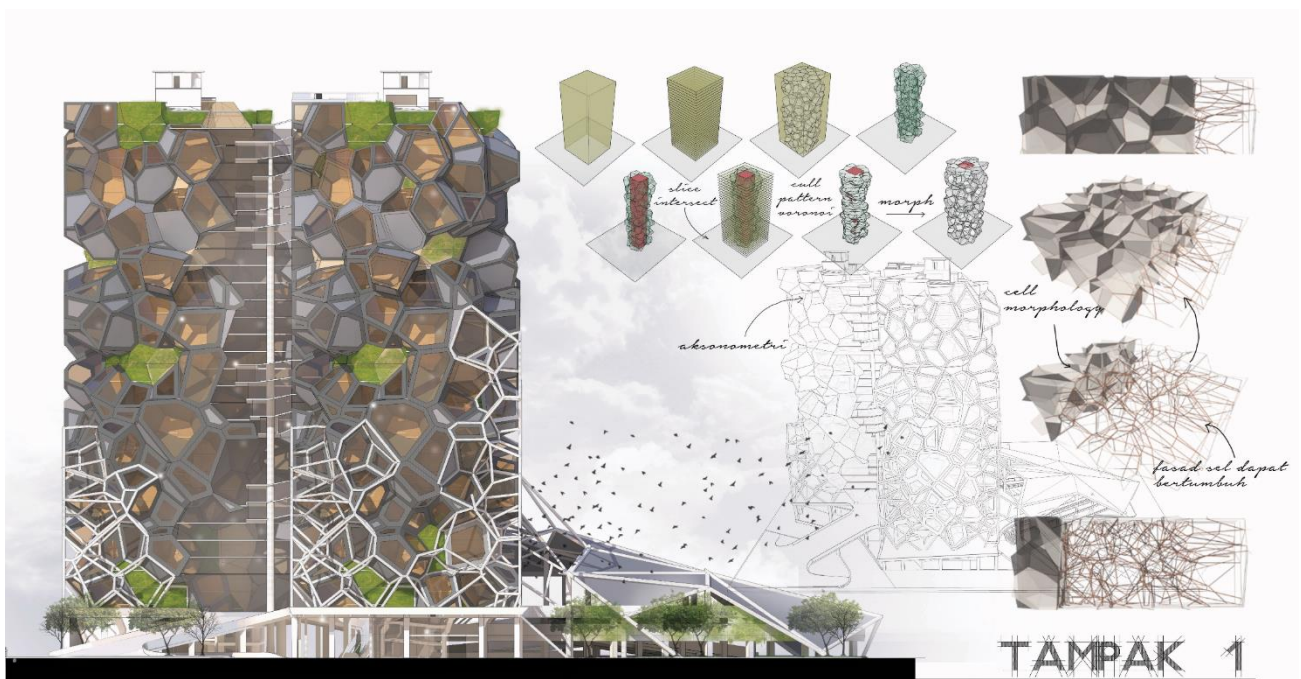
SKALA 1:400



## LEGENDA

- A. PINTU MASUK PEJALAN KAKI
- B. PINTU MASUK KENDARAAN
- C. ATRIUM LOBBY
- D. LOADING DOCK SERVICE
- E. CORE TOWER 1
- F. CORE TOWER 2
- G. CORE PENGHUBUNG
- H. SERVICE AREA
- I. PINTU MASUK PARKIR MOBIL
- J. PINTU KELUAR PARKIR MOBIL
- K. PARKIR MOTOR
- L. PINTU MASUK PARKIRAN KE LOBBY
- M. PINTU MASUK ATRIUM LOBBY
- N. PARKIR MOBIL OUTDOOR
- O. PINTU KELUAR KENDARAAN

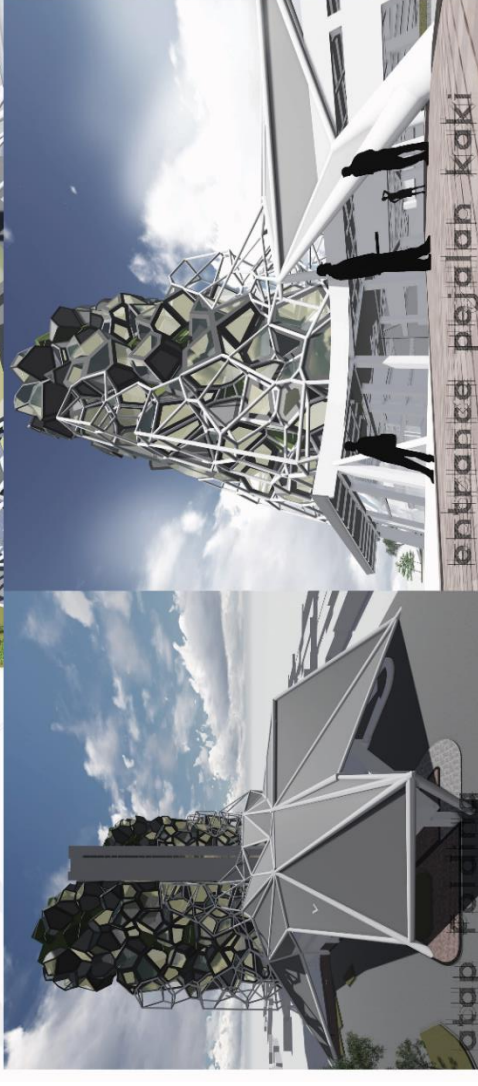
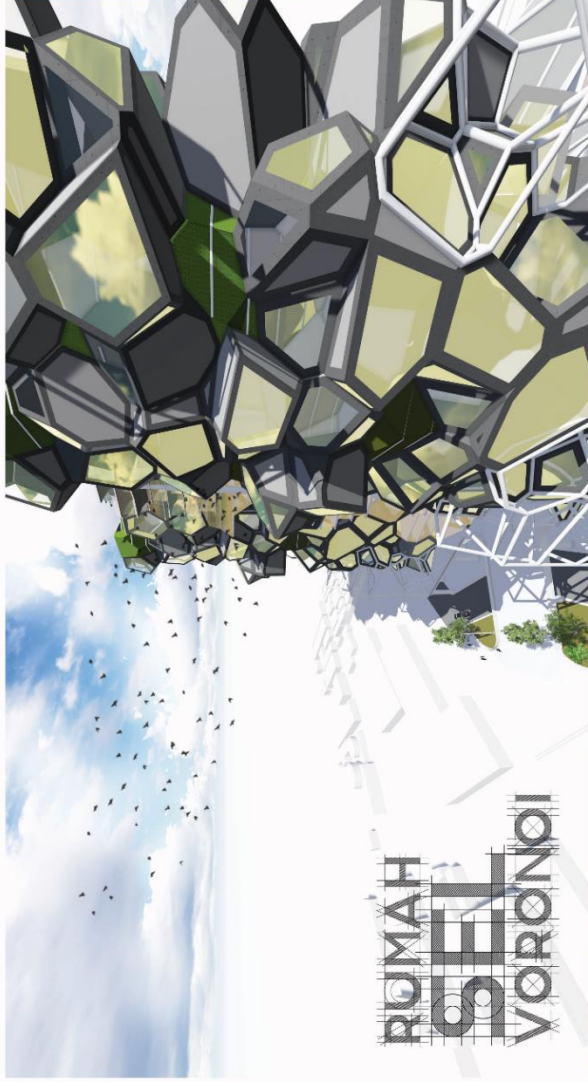




SKALA 1:400

SKALA 1:400





## **BAB V**

### **Kesimpulan**

Gedung bertingkat atau bangunan *high-rise* sering menggunakan konsep *layering* juga dengan struktur kolom balok dalam konsep perancangannya hanya karena proses fabrikasi dan pengaplikasian bahan yang mudah dan cepat juga sudah umum dipakai pada setiap bangunan. Di masa depan, pengembangan fabrikasi semakin berkembang dan material semakin bervariasi begitu juga pengaplikasiannya. Konsep pembangunan vertikal juga semakin dikembangkan tidak lagi menggunakan konsep *layering*, yang memiliki pengalaman ruang yang tidak atraktif karena hanya memunculkan pemrograman ruang secara horisontal yang disusun secara vertikal ke atas dengan cara bertumpuk.

Diagram voronoi adalah salah satu cabang ilmu yang dipelajari dalam perkuliahan geometri komputasi. Voronoi 3dimensional merupakan cara baru dalam pemecahan masalah pemecahan spasial ruang secara vertikal, ruang dipecah secara acak membentuk sel yang memiliki bentuk yang berbeda satu sama lainnya dan memiliki pengalaman ruang yang unik didalamnya karena ketinggian level lantai yang berbeda beda. untuk menciptakan pengalaman ruang yang melawan garis horisontal gravitasi.

Dalam kesempatan ini, penulis berusaha bereksperimen tentang pembagian ruang dengan cara yang lain. dengan menggunakan pendekatan 3dimensi voronoi dapat ditemukannya ide perkembangan hunian secara vertikal yang menerapkan voronoi sebagai tinjauan pemecahan ruang secara 3 dimensi. Eksperimen tentang pembagian dan pemrograman ruang secara vertikal tanpa menggunakan cara *layering* seperti bangunan saat ini. Ini lah yang ingin dicapai dalam obyek rancang ini.



## Daftar Pustaka

Greg Lynn. Architectural Design, 76(4), 88-95. doi: 10.1002/ad.298

Aurenhammer, F., Klein, R. Voronoi Diagrams. Partially supported by the Deutsche Forschungsgemeinschaft, grant Kl 655 2-2.

"Obituary Kari Jormakka. (Segment in English of the page Die Technische Universität Wien trauert um Kari Jormakka, Vorstand des Instituts für Architekturwissenschaften, der am 13. Jänner 2013 verstarb.)". Vienna University of Technology. 2013-01-18. Retrieved 18 January 2013.

Graham, Peter. Building Ecology FIRST PRINCIPLES FOR A SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT

Pedoman Teknis Pelaksanaan Pembangunan Komponen Prasarana dan Sarana Dasar (PSD), Perbaikan Lingkungan Perumahan Kota, Buku 2, Direktorat Bina Teknik, Ditjen Cipta Karya, 1996.

Human Dimension & Interior Space (by Julius Panero and Martin Zelnik) - ergonomia e antropometria

Donald Watson - Time Saver Standards for Architectural Design Data

STANDAR - Departemen Pekerjaan Umum .pdf

Groat Linda & Wang David. 1954 Architectural Research Methods. John Wiley & Sons, Inc, Canada.

Habraken, N., Boekholt, J., Thyssen, A., & Dinjens, P. (1976). Variations, The Systematic Design of Support. MIT Press

Ching, F. D. (2000). Arsitektur: Bentuk, Ruang, dan Tataan. Jakarta: Erlangga

Franz Aurenhammer (1991). *Voronoi Diagrams – A Survey of a Fundamental Geometric Data Structure*. ACM Computing Surveys, 23(3):345–405, 1991

G. Lejeune Dirichlet (1850). "Über die Reduktion der positiven quadratischen Formen mit drei unbestimmten ganzen Zahlen". *Journal für die Reine und Angewandte Mathematik* **40**: 209–227.

### **Kritik dan Saran Dosen**

- Dengan bentuk yang demikian rumitnya, desain seharusnya tetap mempertimbangkan matang aspek utilitas didalamnya
- Aspek teknis perlu diperhatikan dalam merancang bangunan seperti aspek *maintenance*, juga *sustainability*
- Perlunya dilakukan studi lebih lanjut tentang pola hubungan antar ruang dan pembeda ruang, agar user didalamnya lebih mudah untuk mencari alamat huniannya.
- Bangunan seharusnya memperhatikan dampak pada lingkungan sekitarnya, perlu ditinjau kembali tentang lokalitasnya apakah masuk dalam kriteria atau tidak.
- Luasan luasan standart gedung tinggi perlu diperhatikan.